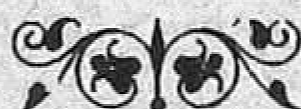
ESTRATTO
dall'
Archivio Italiano di Anatomia e di Embriologia
Vol. XXXI. - Fasc 2.
FIRENZE — 1933.

Prof. Giovanni Bruno.

Ricerche sullo sviluppo e sulla morfologia dello sperone femorale (lamina femoralis interna) nell'uomo ed in altri vertebrati.

(Con 25 figure nel testo).



DITTA EDITRICE LUIGI NICCOLAI
FIRENZE
1933

Estratto dall'*Archivio di Anatomia*. — Vol. XXXI, Fasc. 2.

Istituto di Anatomia Umana della R. Università di Sassari.

Ricerche sullo sviluppo e sulla morfologia dello sperone femorale (lamina femoralis interna) nell'uomo ed in altri vertebrati.

(Con 25 figure nel testo).

Prof. Giovanni Bruno.

I. — INTRODUZIONE E CENNI BIBLIOGRAFICI.

Tra le numerose memorie dedicate allo studio dell'architettura del tessuto spugnoso delle ossa lunghe e del femore in particolare, relativamente scarse sono quelle dedicate allo studio dello sperone femorale, di quella lamina o sistema di lamine ossee cioè, che, partenti dalla parete posteriore del collo del femore, si spingono nel contesto del tessuto spugnoso del grande trocantere,

Prescindendo dalle antiche osservazioni di WARD '38 e degli AA. precedenti i quali si limitarono a descrivere sommariamente la struttura alveolare del tessuto spugnoso della epifisi prossimale del femore, il primo A., il quale con la sua accurata descrizione lo indicò come una particolare formazione costituita da una lamina ossea situata al disotto del piccolo trocantere, fu RODET '44, trattando nella sua Tesi del meccanismo delle fratture del collo del femore.

RODET, descrivendolo, così si espresse : « De la parois inférieure si èpaisse du col [du fémur] une lamine osseuse se leve perpendiculairment pour aller se terminer vers la couche compacte de la face posterieure du col. Cette lamine sur la quelle se trouve appliquée la base du petit trochanter est appliqué de haut en bas et d'arriére en avant : c'est la lamine osseuse sous-trochantinienne ».

Anche nella descrizione dell'architettura del tessuto spugnoso dell'epifisi prossimale del femore fatta da Wyman '50, per quanto a questo A. Bigelow '75 volle far risalire il merito della scoperta dello sperone, in realtà non si trovano chiari riferimenti a questa formazione, ma piuttosto una accurata descrizione dell' architettura delle trabecole ossee che precorre, per la sua precisione, quella posteriore ed indubbiamente pregevole di v. Meyer '67.

Merkel '73, '74 ne fece una esatta descrizione e vi diede il nome di « Schenkelsporn » ovvero sperone femorale, e, non avendo cognizione di osservazioni precedenti, ascrisse a suo merito la scoperta di esso. Questo A., similmente a Rodet, vi attribuì un significato meccanico importantissimo che è quello di elemento di rinforzo del collo femorale, proprietà che, secondo questo A., esso esplicherebbe più specialmente nel momento in cui il femore sopporta il carico del corpo.

Secondo Merkel lo sperone occupa il punto della estremità prossimale del femore che deve essere protetta contro la rottura; esso riforza il collo in tal modo da permettere a questo di resistere non soltanto alla pressione, ma anche alla torsione. Merkel rilevò inoltre che lo sperone si riduce progressivamente durante l'avanzarsi della vecchiaia contemporaneamente alla rarefazione del tessuto spugnoso circostante e la sua scomparsa, secondo questo A., sarebbe in diretto rapporto con la frequenza delle fratture del collo femorale, che, come è noto, nella vecchiaia si producono più frequentemente che nell'età adulta e per traumi insignificanti.

Wolff '75 e Bigelow '75, pur confermando le osservazioni di Merkel, ritennero invece inesatte le considerazioni di questo A. riguardo al significato meccanico, adducendo che esse non si accordano con i resultati e con l'applicazione dei calcoli eseguiti da Culmann: in realtà però non risulta che Culmann abbia avuta conoscenza di questa formazione ossea giacchè Egli, nell'applicazione dei calcoli di statica grafica alla struttura dell'epifisi femorale, si basò su sezioni frontali di estremità superiori di femori fornitegli da v. Meyer, nelle quali lo sperone non era visibile.

Riferisce Wolff che v. Meyer volendo stabilire il significato dell'architettura del tessuto spugnoso della estremità prossimale del femore sottoponesse a Culmann una serie di preparati di sezioni ossee. Dallo studio di queste sezioni, questo ultimo A. rilevò l'analogia esistente tra la disposizione delle trabecole del tessuto osseo spugnoso e quella delle linee utiliz-

zate nella statica per rappresentare le linee di forza cui sottostanno alcuni corpi. CULMANN su disegni riproducenti il contorno della estremità del femore, astrazion fatta dal grande trocantere, fece disegnare ai suoi allievi le linee di forza secondo le quali agisce un carico ipotetico di 30 kgr. situato sulla porzione distale corrispondente alla testa femorale.

Le linee di forza tracciate da questi presentarono la medesima disposizione delle trabecole ossee del tessuto spugnoso.

La figura tracciata da CULMANN fu quella di una gru, cioè quella di un solido generato da un poligono o da un disco che si sposta nello spazio seguendo un asse curvo (arco, parabola, iperbole) passante per il suo centro e sempre perpendicolare ad esso.

È noto che nella gru, durante il carico, le linee di forza, nella porzione rettilinea, si distribuiscono alla periferia mentre che l'asse rimane indifferente.

Viste in una sezione longitudinale (frontale del femore) le linee di forza costituiscono due sistemi uno dei quali si origina dalla parte interna (lato del piccolo trocantere del femore) e si espande sulla superficie caricata incrociando l'asse della gru a 45° per raggiungere la superficie stessa normalmente ; l'altro si origina dalla faccia esterna (lato del grande trocantere del femore) e si espande sulla faccia inferiore della estremità della gru (testa e collo del femore) incrociando a 45° l'asse, normalmente le linee di forza opposte e raggiungendo, pure normalmente, la faccia inferiore della gru.

I due sistemi di linee di forza posseggono un significato differente. Nell'ipotesi del carico sulla estremità della gru con direzione verticale, il sistema interno è sottoposto a pressione ed i varii punti che lo costituiscono sono sollecitati ad avvicinarsi gli uni agli altri, il sistema esterno è sottoposto a trazione ed i varii punti che lo costituiscono sono sollecitati ad allontanarsi gli uni dagli altri mentre che l'asse rimane indifferente.

La resistenza di questi sistemi, che è in rapporto al materiale (tessuto osseo) di cui risulta costituita la gru, è notevolissima e le forze di disgiunzione o di frattura non esercitano che scarsissima azione su di essi essendo il loro limite di resistenza di molto superiore al carico effettivo e normale.

Dalla figura di CULMANN risulta che la resistenza dei sistemi aumenta progressivamente a mano a mano che le linee di forza si allontanano dalla estremità della gru che sopporta il carico ed in tal modo che per l'ipotetico carico di 30 kg. la resistenza è di 51,6-71,6 kg. a metà della curva della gru e di 163 kg. al suo piede.

CHARPY '84, '92 nei suoi «Études d'anatomie appliquée» riguardo allo sperone riporta le osservazioni e le conclusioni di RODET che Egli considera «complete ed esatte».

POIRIER '94, '99, in accordo in ciò con LARDY '89, fu di avviso che la lamina sottotrocantinica di RODET (lo sperone femorale di

MERKEL) non sia altro che il prolungamento del cilindro diafisario del femore sospinto nell'interno della epifisi dallo sviluppo del piccolo trocantere, ragione per cui ritenne necessario conservare l' indicazione formulata da RODET.

Questo stesso A., similmente a MERKEL, con numerose osservazioni rilevò che questa formazione non sfugge, durante il processo di rarefazione senile del tessuto spugnoso epifisario, alla atrofia ed in tal modo da renderlo difficilmente ritrovabile nei femori degli individui che hanno oltrepassato il 60° anno di età ; e poichè le fratture senili del collo divengono frequenti molto tempo dopo che la lamina è scomparsa, ritenne almeno esagerata l'opinione di quegli AA. i quali avevano creduto di vedere un nesso diretto tra essa e questo genere di fratture.

ALBERT '00 e SOLGER '00, i quali con validi argomenti combatterono l' ipotesi già formulata da v. MEYER e da CULMANN riguardo alla analogia tra la epifisi femorale e la gru meccanica, si dichiararono di accordo con POIRIER e con LARDY riguardo al significato morfologico dello sperone. Per questi AA. esso non rappresenterebbe altro che « un tratto della parete compatta posteriore del collo del femore accolto nell'interno dell'osso nel corso dello sviluppo ».

WALKHOFF '04, '06, nel corso dei suoi studii sulla interna architettura dell'epifisi prossimale del femore non attribuì speciale importanza allo sperone, ma vi ritenne elemento statico caratteristico fondamentale piuttosto il fascio lamellare arcuato che dalla estremità della parete esterna della compatta diafisaria si porta come un arco sino alla regione foveolare della testa del femore. Questo A. indicò questo fascio col nome di « Trajektorium der haufrecten Haltung » lo ritrovò sempre presente nell'uomo, ma lo vide mancare o lo trovò scarsamente sviluppato negli antropoidi.

GALLOIS e BOSQUETTE '07, i quali si dichiararono strenui difensori della teoria del significato meccanico dell'architettura del tessuto spugnoso e ritennero perciò questa in diretto rapporto con la funzione, nel corso delle loro ricerche tendenti a dimostrare l' importanza della struttura del tessuto spugnoso epifisario e le modificazioni di essa in rapporto alle fratture, non fecero speciale menzione dello sperone.

KRAUSE '09 lo indicò col nome di « lamina femoralis interna » e, similmente ai precedenti osservatori ALBERT e SOLGER, lo considerò costituito da una lamina di tessuto osseo compatto proiettata

per circa un centimetro nel tessuto spugnoso del collo femorale, ed aggiunse, riferendosi in parte alla precedente descrizione di v. MEYER, che da esso si origina un sistema di lamelle le quali si portano in seno al grande trocantere. KRAUSE inoltre, insieme con lo sperone indicò col nome di « Trigonum internum femoris » una zona di sostanza spugnosa più rarefatta situata nella parte media del collo, tra lo sperone e l'arco di sostegno (Trajektorium di WALKHOFF) ed alcune altre particolarità della distribuzione del tessuto spugnoso della estremità prossimale del femore che erano state indicate per la prima volta da WARD '38 ed in seguito anche da GALLOIS e BOSQUETTE.

DIXON '10 dallo studio dell'architettura del tessuto spugnoso dell'epifisi prossimale del femore trasse la convinzione che questo risulti costituito da una impalcatura di lamelle con decorso spirale le quali formano un sistema unico con quelle diafisarie. Di queste lamelle farebbe parte lo sperone il quale perciò sarebbe da considerare piuttosto che come una formazione indipendente, come una porzione ispessita di quelle lamelle che rinforzano il collo femorale.

Secondo questo A. l'epifisi prossimale del femore deve considerarsi come un tubo osseo ricurvo sul quale sono attaccate sporgenze ossee per le inserzioni muscolari le quali funzionano da leve durante la contrazione dei muscoli.

DIXON infine, volendo indagare il meccanismo delle fratture, sottopose alcuni femori a forti pressioni dall'alto in basso e ne provocò la frattura del collo con carichi variabili da 815 a 1135 Kg. circa. Le fratture provocate con questi mezzi però presentarono modalità differenti da quelle indicate dalla patologia umana evidentemente in rapporto alle artificiali condizioni in cui furono provocate.

Finalmente LEBLANC '22, il quale studiò lo sviluppo dell'epifisi prossimale del femore e l'architettura di essa dal feto a termine all'uomo adulto, indicò come sperone una lamina che, nelle sezioni frontali dell'osso, appare sollevarsi dall'angolo formato dalla estremità laterale della parete superiore del collo con la base del grande trocantere, che si proietta in questo per breve tratto e con varie lamine secondarie, ma non insistè particolarmente su tale formazione, nè la confrontò con lo sperone descritto dagli AA. precedenti.

Questo stesso A. rilevò l'indipendenza del sistema trabecolare del tessuto spugnoso della testa rispetto a quello del collo ed il pre-

coce abbozzarsi di quella particolare zona di tessuto spugnoso rarefatto situato nella parte centrale del collo indicato da WARD col nome di « triangolo ».

II. — MATERIALE E TECNICA.

Mi servii di femori umani macerati appartenenti ad individui dei due sessi e di varia età, dalla nascita alla senilità, che sezionai secondo diversi piani come è indicato nella fig. 1, cioè : 1°) seguendo un piano trasversale passante per l'asse della testa e del collo del femore; 2°) seguendo un piano sagittale passante attraverso il piccolo trocantere; 3°) seguendo un piano, pur esso sagittale e parallelo al piano precedente, passante attraverso il grande trocantere in tal modo da dividere la cresta intertrocanterica posteriore al disotto del tubercolo di inserzione del quadrato crurale. Queste due ultime sezioni colpivano la diafisi femorale : la prima pochi millimetri all'esterno del piano sagittale mediano di essa, la seconda parallelamente alla faccia interna della cavità midollare (vedi fig. 1).

I femori degli altri animali osservati appartenevano ad alcuni quadrupedi adulti, cioè : al bue, al cavallo, all'asino, alla capra, al cane, alla faina, al macaco, al gatto, al coniglio, alla donnola e ad individui giovani di maiale, di capra, di macaco, di coniglio, oltre che ad alcuni uccelli, cioè : avvoltoio, aquila, cigno, falco, gallo, merlo, allodola e passero.

III. — OSSERVAZIONI NELL' UOMO.

A). — *Uomo giovane. Femori incompletamente sviluppati, con cartilagini di accrescimento, da 190 a 395 mm. di lunghezza.* — Nei femori appartenenti ad individui inferiori a tre anni di età, (vedi fig. 2), uno sperone, quale è visibile nel femore appartenente ad individui di età più avanzata, non è ancora visibile ; si nota soltanto un vago accenno alla disposizione trabecolare successiva. Verso il terzo anno della vita, incomincia a rendersi manifesto un ispessimento della parete posteriore del collo che culmina nella parte media ed un ordinamento delle trabecole del tessuto spugnoso in qualche modo apprezzabile che preludia l'ordinamento

successivo. Infatti, successivamente, nei femori di individui che hanno superato il 3° anno della vita, si nota che dalla spessa parete posteriore del collo si dipartono numerose lamelle, sottili però ed assai ravvicinate, alcune delle quali, divergendo a ventaglio,

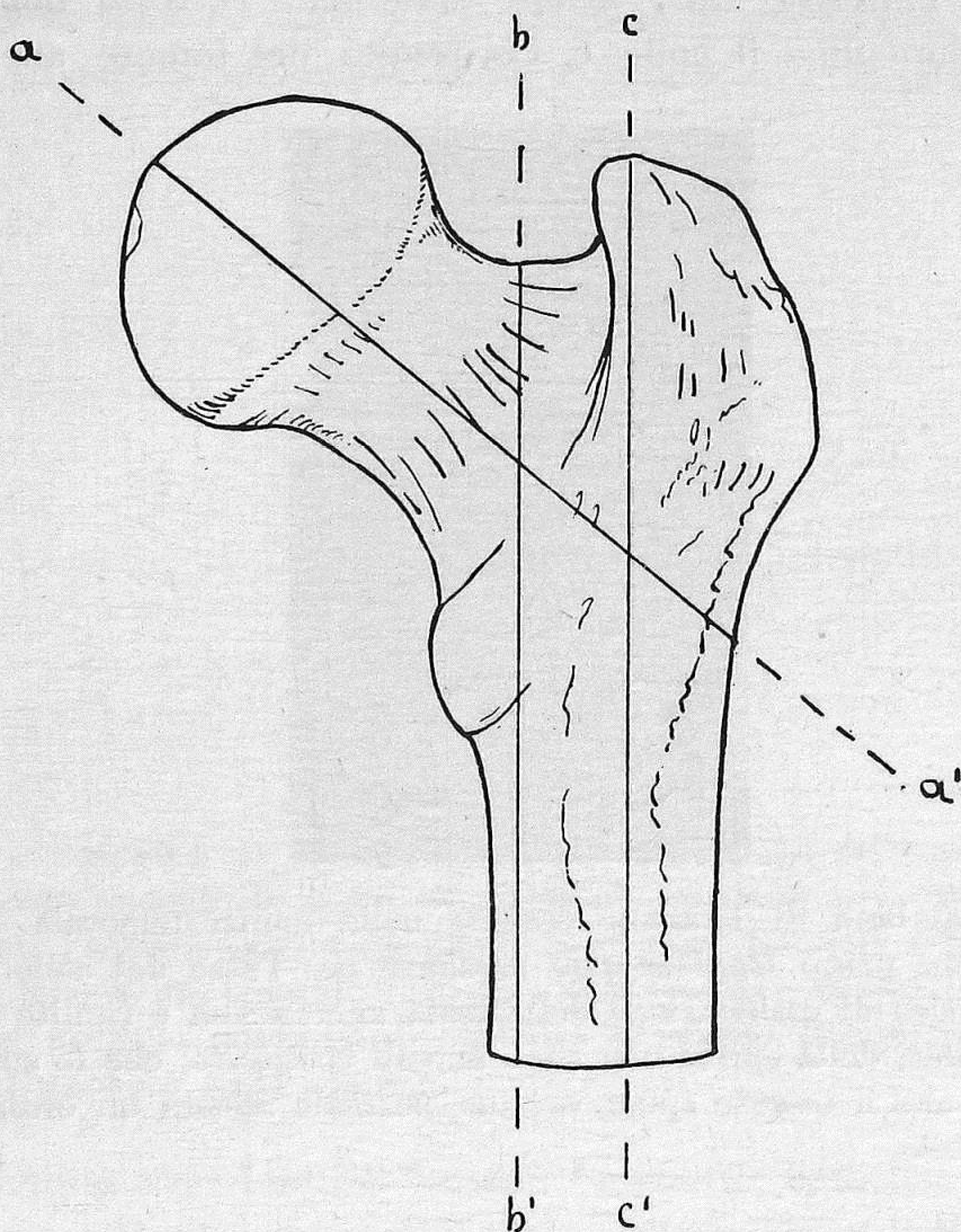


Fig. 1. — Epifisi prossimale del femore di un uomo adulto con indicazione delle sezioni eseguite per lo studio della architettura del tessuto osseo spugnoso e dello sperone.

si dirigono in avanti per raggiungere la cartilagine di accrescimento della testa femorale dove si arrestano, mentre altre, decorrendo più ravvicinate le une alle altre, si dirigono posteriormente secondo un piano che prolunga la parete posteriore del collo da cui si dipartono. Queste ultime lamelle sottili e delicate raggiungono la zona posteriore del corpo del grande trocantere e rappresentano l'abbozzo dello sperone. Nei femori di questo stadio di sviluppo, come è noto, un piccolo trocantere ancora non esiste, ma al suo posto

esiste una tuberosità conica sulla quale in seguito il piccolo trocantere, col suo centro di ossificazione, si svilupperà. Questa tuberosità, che nella sezione perpendicolare risulta costituita 'da un guscio osseo e da una impalcatura di tessuto spugnoso, rimane limitata verso l'interno dalle lamine speronali. Il resto del tessuto spugnoso che colma il collo e l'estremità del femore ancora non

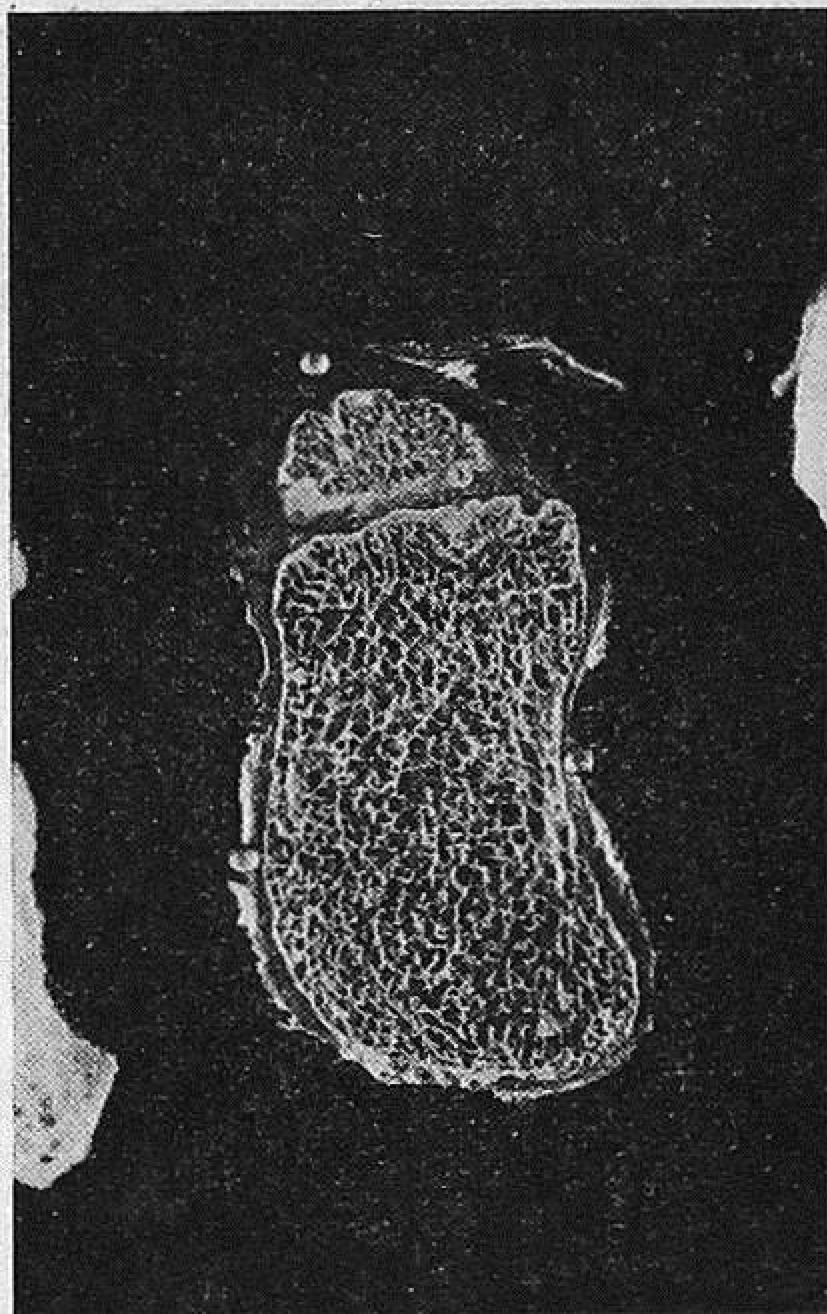


Fig. 2. — Bambino di 1 anno. Sezione della epifisi femorale condotta secondo un piano longitudinale passante per l'asse del collo. Si noti che il nucleo di ossificazione della testa ancora non è riunito al collo, che le pareti della epifisi non sono ancora costituite, che lo sperone vi manca e che il tessuto spugnoso non possiede ancora un ordinamento apprezzabile.

mostra una apprezzabile architettura, ma si nota soltanto che le sue trabecole ossee corrispondenti ad una area circolare contenuta al centro del collo sono più sottili, più brevi e limitano maglie molto ristrette (vedi fig. 3).

In istadii successivi, in femori di individui da quattro a cinque anni di età, la parete posteriore del collo diviene sempre più spessa e nello stesso tempo più manifeste divengono le radiazioni ossee lamellari che si dipartono da essa con direzione opposta per portarsi verso la regione della testa e verso la regione trocanterica. Le lamelle che si dirigono lateralmente verso questa regione, appaiono però più spesse di quelle che si dirigono verso la testa, così che si riconoscono facilmente tra le altre lamelle del tessuto spugnoso. Si può dire che

lo sperone ed il fondamentale ordinamento architetturale delle trabecole del tessuto spugnoso dell'epifisi femorale in questa epoca dello sviluppo si sono già costituiti. Lo sperone, spesso alla sua origine, è costituito da una semplice lamina ossea che si proietta posteriormente e si risolve, dopo pochi millimetri, in lamelle secondarie, le quali divergono ad angolo acuto e raggiungono la parete laterale

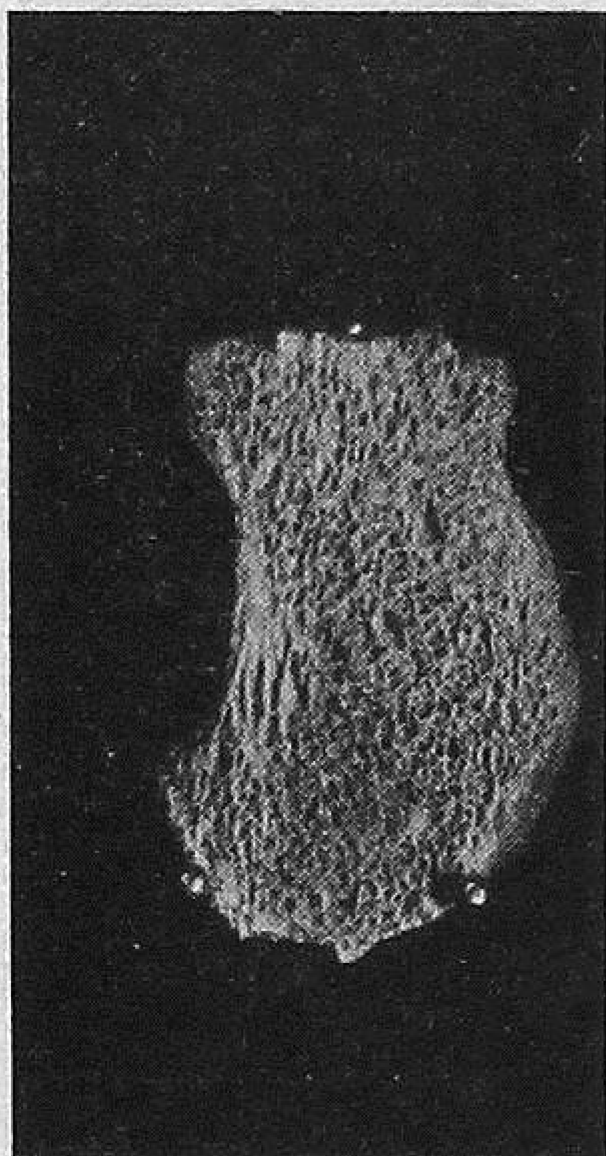


Fig. 3. — Bambino di 76,5 cm. di statura. Sezione dell'epifisi femorale condotta secondo il piano longitudinale passante per l'asse del collo. Si noti l'ispessimento della parete posteriore del collo e l'ordinamento delle lamelle del tessuto spugnoso che si staccano da questa. Le lamelle che si dirigono lateralmente, in seno al grande trocantere, rappresentano l'abbozzo dello sperone.

dell'estremità superiore del femore. Le lamelle anteriori si spingono sino alla cartilagine di accrescimento della testa (vedi fig. 4).

In questi femori il tessuto spugnoso del collo e della testa, incomincia a presentare un ordinamento trabecolare concentrico ma esso è ancora assai delicato perchè costituito da trabecole sottili, le quali circoscrivono maglie assai anguste.

Nelle sezioni perpendicolari condotte attraverso il piccolo trocantere lo sperone appare in mezzo al tessuto spugnoso con caratteristiche simili a quelle delle sezioni longitudinali del collo sopra descritte ; in queste sezioni si rileva che esso, come formazione ossea lamellare individualizzata, non raggiunge la compatta diafisaria perchè si sperde in seno alla porzione inferiore del tessuto spugnoso.

In femori appartenenti ad individui di età tra il 10° ed il 15° anno lo sperone diviene nettamente visibile in seno al tessuto spu-

gnoso epifisario. In questi femori infatti, nelle sezioni longitudinali del collo, si nota che esso raggiunge con parecchie lamelle la parete laterale dell'estremità epifisaria, limita il tessuto spugnoso del corpo del tubercolo del piccolo trocantere e, nelle sezioni perpendicolari che passano attraverso questo ed attraverso il tubercolo di inserzione del quadrato crurale, appare nettamente visibile sotto forma di

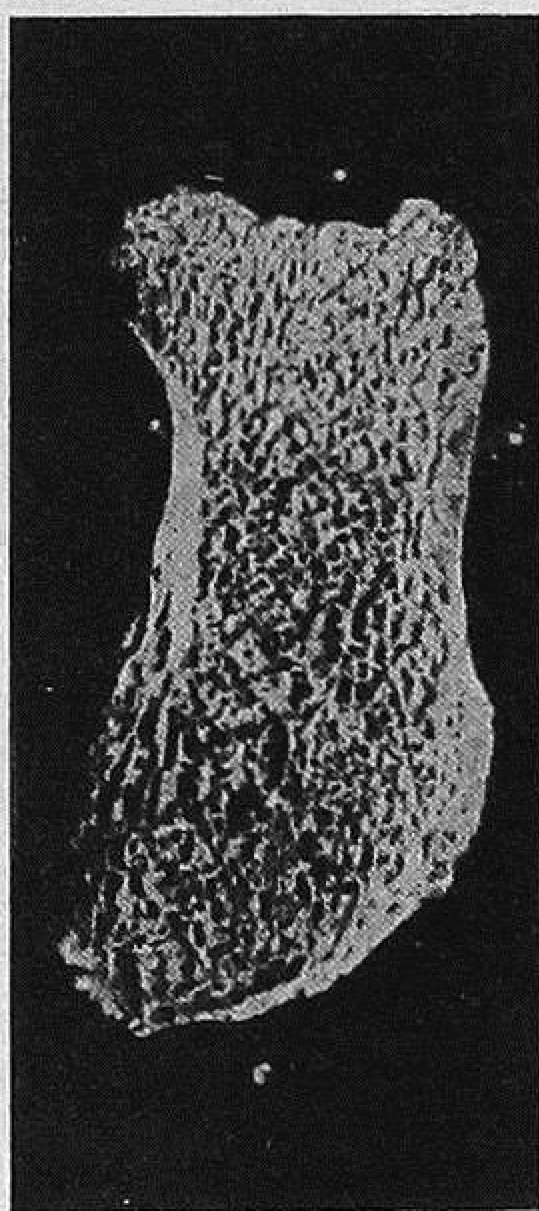


Fig. 4. — Bambino di 98 cm. di statura. Sezione dell'epifisi femorale condotta secondo il piano longitudinale passante per l'asse del collo. Si noti lo sperone il quale si proietta per parecchi millimetri in seno al tessuto spugnoso epifisario e le sue radiazioni che raggiungono la parete laterale del grande trocantere. Le lamelle ossee che si spingono verso l'estremità del collo sono più delicate. Nella parte centrale del collo si nota una zona di tessuto spugnoso più rarefatto: l'abbozzo del triangolo di Ward.

una lamina più spessa in basso, sottile e delicata in alto, che si sperde in seno al tessuto spugnoso prima di raggiungere la compatta diafisaria (vedi fig. 5).

Nei femori di individui di età tra il 15° ed il 22° anno la costituzione dello sperone nell' insieme non si modifica, ma aumenta soltanto di spessore e si estende alquanto lateralmente verso la base del grande trocantere ed in basso verso la compatta diafisaria. Nei femori di alcuni individui nei quali la parete posteriore del collo è eccezionalmente spessa, anche lo sperone appare più spesso (vedi fig. 6). Il tessuto spugnoso che sta intorno allo sperone risulta costituito da un gran numero di lamelle ricurve le quali decorrono paral-

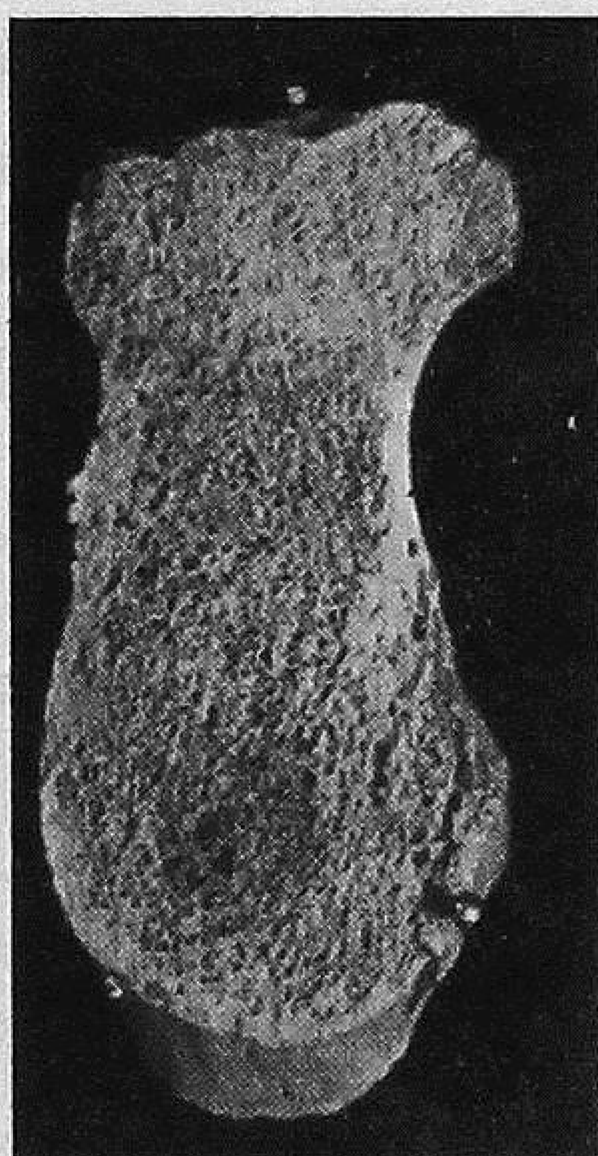


Fig. 5. — Bambino di 102 cm. di statura. Sezione dell'epifisi femorale condotta secondo il piano longitudinale passante per l'asse del collo. Lo sperone si spinge lateralmente in seno al tessuto spugnoso del grande trocantere e vi si risolve in sottili lamelle.

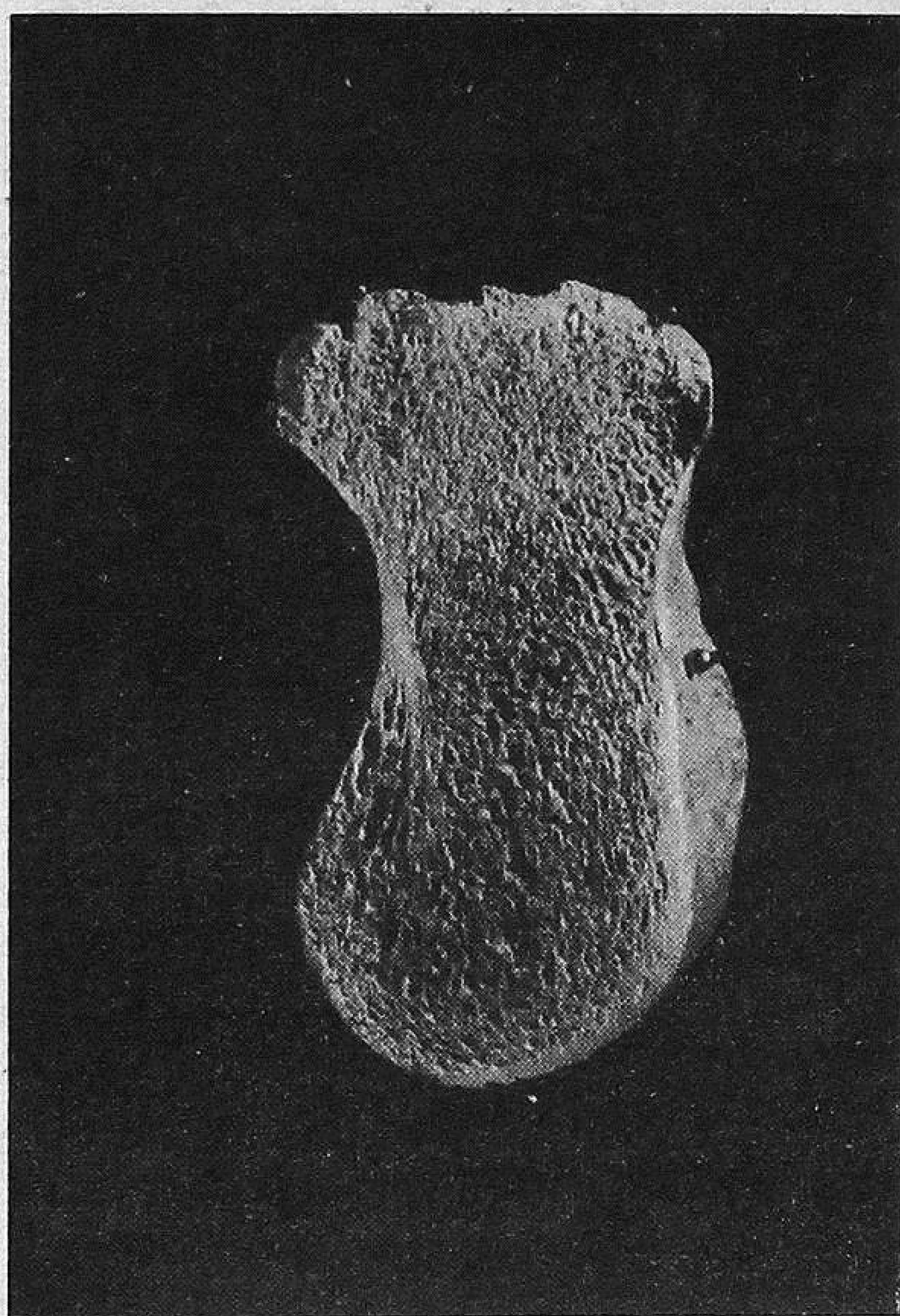


Fig. 6. — Giovanetto di 137 cm. di statura. Sezione dell'epifisi femorale condotta secondo il piano longitudinale passante per l'asse del collo. Si noti lo spessore dello sperone e le lamelle che si dipartono da esso e si spingono sino alla parete del grande trocantere ; l'ordinamento delle trabecole che si staccano dalle porzioni mediali delle due pareti del collo e la zona di tessuto spugnoso che occupa la zona media di questo.

lelamente alla parete anteriore del trocantere, incrociano ad angolo retto le lamelle speronali e si spingono sino al collo.

In questi stessi femori si nota che dalla porzione mediale della parete posteriore, come pure della porzione mediale della parete anteriore del collo, si dipartono due sistemi di lamelle le quali, divergendo a ventaglio, si portano verso la estremità prossimale del collo

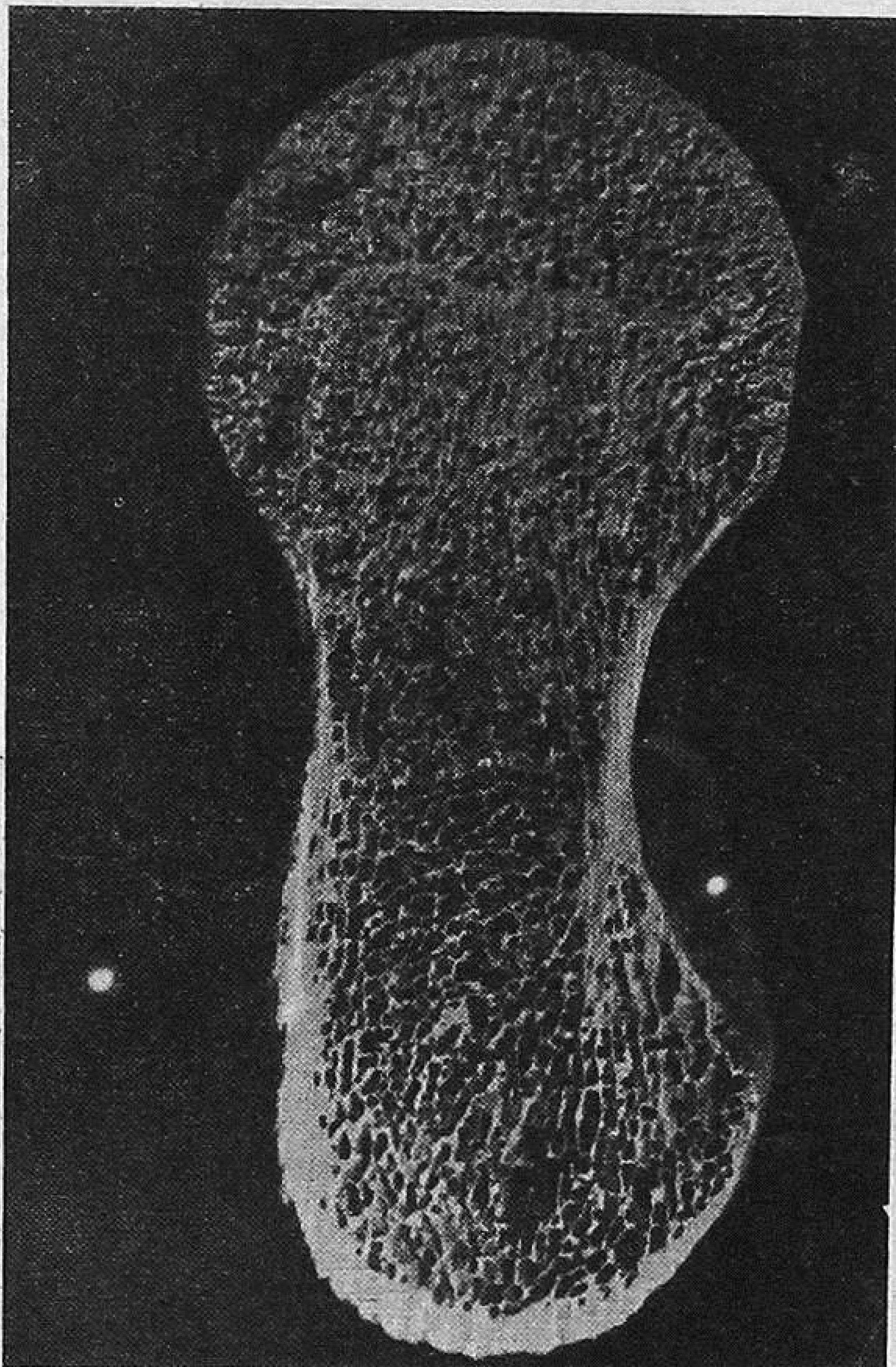


Fig. 7. — Uomo di 26 anni. Sezione dell'epifisi femorale condotta secondo il piano longitudinale passante per l'asse del collo. Si noti lo spessore della parete posteriore del collo e la costituzione dello sperone. Nella zona centrale del collo il tessuto spugnoso è più rarefatto : questa zona corrisponde al triangolo di Ward.

sulla cartilagine di accrescimento della testa. Queste lamelle convergono verso l'asse del collo e si intersecano lungo l'asse di questo al davanti di una particolare zona di tessuto spugnoso più fitto e più delicato che occupa la parte centrale del collo stesso.

B). — *Uomo adulto. Femori a completo sviluppo.* — In questo materiale lo sperone è sempre presente e ben visibile sia nelle sezioni longitudinali del collo, sia nelle sezioni perpendicolari del grande

trocantere. Nelle sezioni longitudinali del collo si nota che di norma esso si origina dalla parte media della parete posteriore ispessita di quest'ultimo. Lo spessore della lamina ossea che lo costituisce varia da 1,5 a 2 mm. a seconda dei soggetti, ma portandosi lateral-

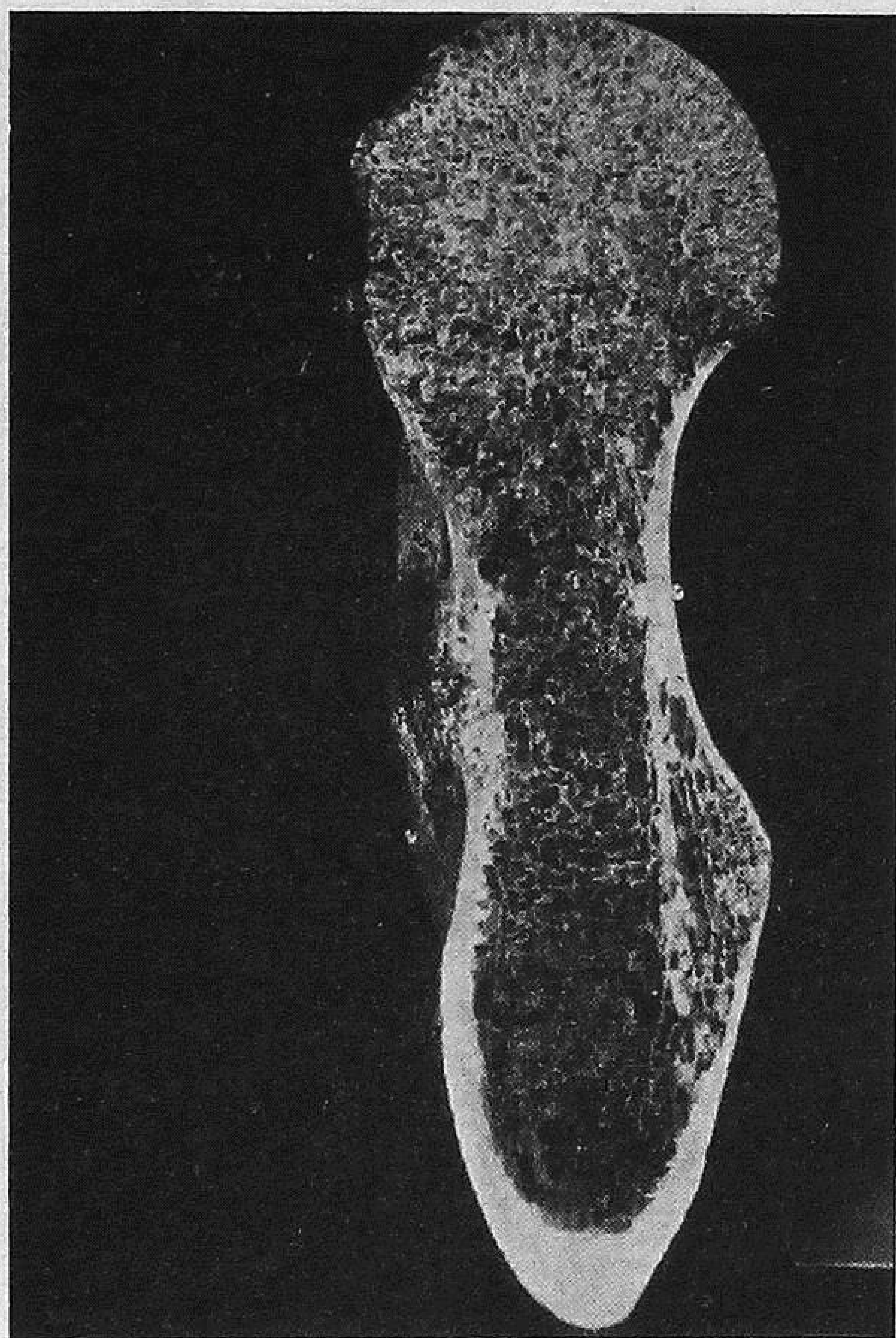


Fig. 8. — Uomo di 30 anni. Sezione dell'epifisi femorale condotta secondo un piano longitudinale passante attraverso il piccolo trocantere. Si noti l'estensione e lo spessore dello sperone. Il tessuto spugnoso del piccolo trocantere è costituito da lamelle dirette parallelamente allo sperone.

mente in seno al tessuto spugnoso del corpo del grande trocantere, si suddivide in lamine secondarie che terminano sulla parete laterale di questo. Dalla metà anteriore della stessa parete posteriore da cui trae origine lo sperone, si dipartono, come nei femori degli individui più giovani, numerose trabecole parallele le quali si irradiano a ventaglio per portarsi verso la sommità della testa femorale (vedi figg. 7 ed 8).

Il restante tessuto spugnoso del collo e del corpo del grande trocantere, costituisce una impalcatura assai delicata, delicata più specialmente nei femori femminili, le cui trabecole hanno una orientazione secondo linee arcuate il cui centro corrisponde presso

a poco al punto di origine dello sperone. Esse traggono origine dalla parete posteriore del grande trocantere e nel loro decorso incrociano quasi ad angolo retto le lamine sopradescritte limitando maglie cuboidee.

Le trabecole del tessuto spugnoso situate nell'ambito della testa femorale, che incrociano quelle originate dalla porzione anteriore della parete posteriore del collo, traggono origine dalla parete anteriore del collo stesso ; esse sono spesse, nastriformi e delimitano maglie e cellule assai ristrette perchè situate assai vicine le une alle altre. Inoltre nel corpo del grande trocantere esiste un gruppo di lamelle spesse e nettamente visibili, le quali, nelle sezioni, appaiono gettate come le corde di un arco nell' angolo ottuso formato dalla parete anteriore e dalla parete laterale del grande trocantere (vedi fig. 9).

Nei femori degli individui adulti, come nei femori degli individui giovani, il tessuto spugnoso è più rarefatto e più delicato nella zona centrale del collo, più spesso altrove.

Nelle sezioni perpendicolari passanti attraverso il piccolo trocantere e per la base del collo, lo sperone appare costituito, come nei femori precedentemente studiati, da una o più lamine che traggono origine direttamente dalla porzione media della parete posteriore del collo ; da questo punto esso si porta in basso verso la parete mediale della compatta diafisaria dove termina. Questo tratto perpendicolare dello sperone, più spesso nei femori degli individui più robusti, si porta in alto e si assottiglia a mano a mano che si avvicina alla sua terminazione che si fa sulla estremità superiore del grande trocantere. Nel tratto superiore però esso è lievemente incurvato anteriormente così che, a mano a mano che si allontana dalla base del piccolo trocantere, limita la porzione più alta della cavità midollare (vedi fig. 10, A, B, C.).

Nelle medesime sezioni perpendicolari si nota che la sua curvatura è eguale, ma in senso opposto, a quella della parete anteriore del grande trocantere la quale rappresenta la diretta continuazione della estremità superiore della diafisi femorale.

In queste stesse sezioni si nota che lo sperone costituisce una barriera di divisione tra il tessuto spugnoso che forma l' impalcatura interna del piccolo trocantere ed il tessuto spugnoso che forma l' impalcatura del grande trocantere e che limita, nello stesso tempo, la cavità ossea midollare.

Il tessuto spugnoso del piccolo trocantere risulta costituito da lamelle e da trabecole alcune dirette perpendicolarmente, altre trasversalmente le quali si incrociano ad angolo retto ; il tessuto spugnoso del corpo del grande trocantere risulta costituito invece da lamelle e da trabecole le quali prendono origine da diversi punti : dalle lamine speronali, dalla estremità superiore della compatta

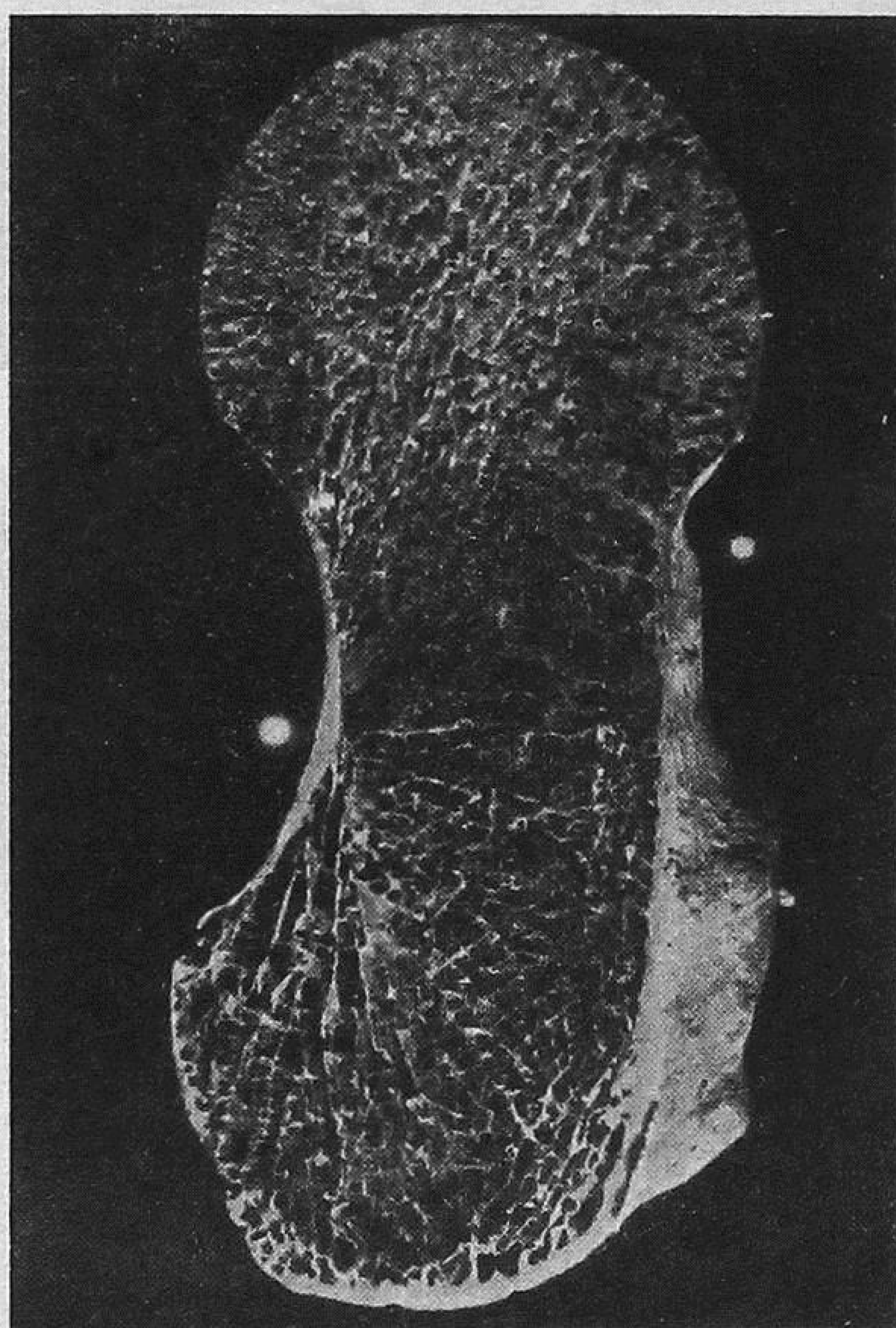


Fig. 9. — Uomo di 50 anni. Sezione dell'epifisi femorale condotta secondo il piano longitudinale passante per l'asse del collo. Si noti la costituzione lamellare dello sperone, la direzione delle trabecole del tessuto spugnoso del grande trocantere, l'ordinamento delle trabecole della testa ed il tessuto spugnoso rarefatto che occupa la zona centrale del collo.

diafisaria, dalla faccia interna della parete del grande trocantere le quali convergono verso l'asse dell'osso formando archi acuti e cellule allungate in senso verticale.

Nelle sezioni perpendicolari dell'epifisi femorale che cadono presso a poco sul piano sagittale mediano della diafisi, la disposizione convergente sull'asse del canale midollare delle trabecole del tessuto spugnoso epifisario è regolare e nettamente visibile, lo è meno però lo sperone il quale suddiviso in lamelle in questo

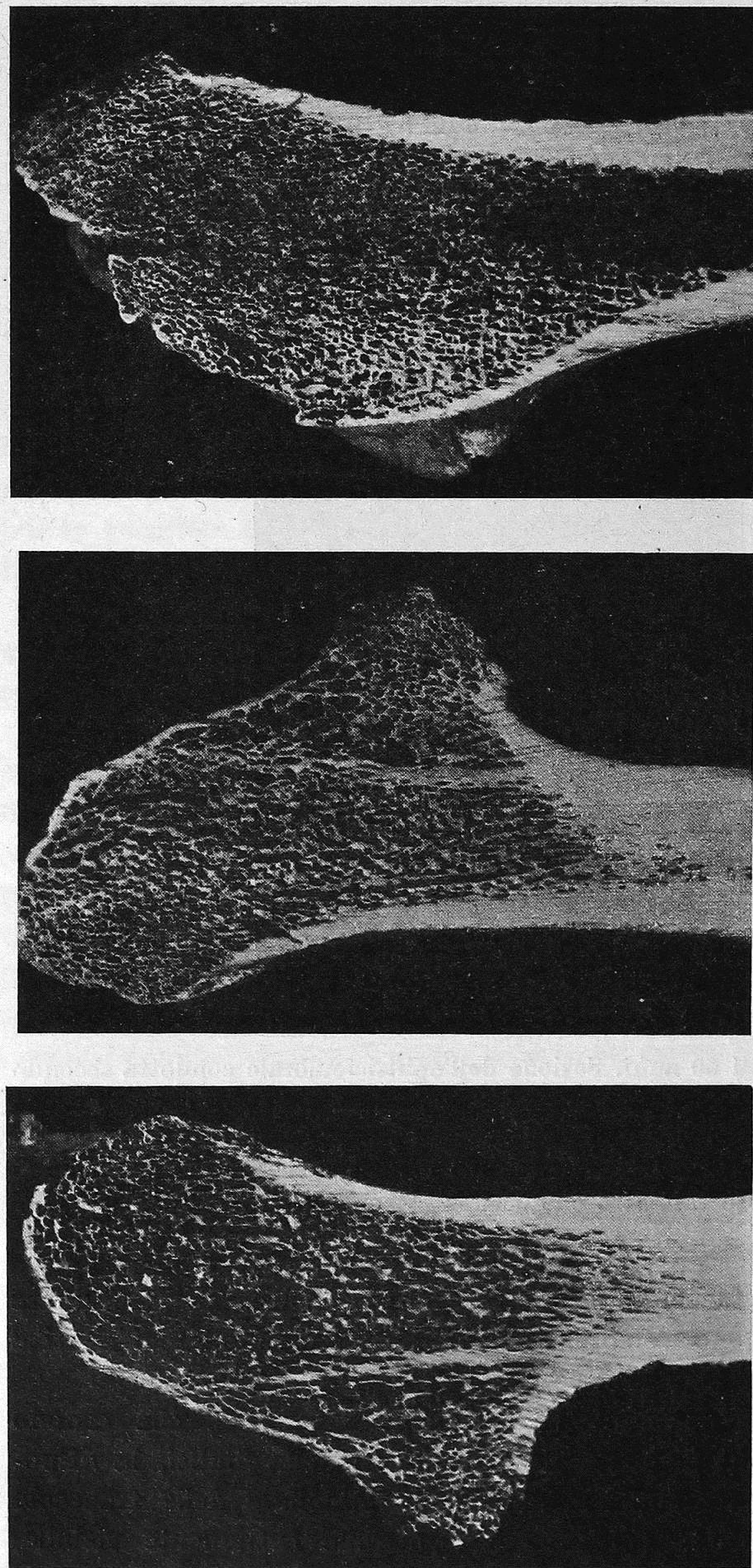


Fig. 10. — Uomo di 45 anni. Sezioni perpendicolari dell'epifisi femorale condotte: *A*, attraverso il piccolo trocantere; *B*, parallelamente ad *A* 5 mm. lateralmente verso il grande trocantere; *C*, lateralmente al piccolo trocantere. Si noti, nella sezione *A*, lo spessore e la direzione dello sperone; nella sezione *B*, la costituzione di questo e si confronti con la figura precedente; nella sezione *C*, la direzione delle trabecole che dalla compatta si spingono nel grande trocantere.

punto è circondato dal resto del tessuto spugnoso. In molti casi però esso è ben evidente specialmente nella zona inferiore del tessuto spugnoso dove costituisce una parete ossea continua che limita in gran parte la estremità superiore del canale midollare. In queste sezioni si può rilevare inoltre che esso non termina diretta-

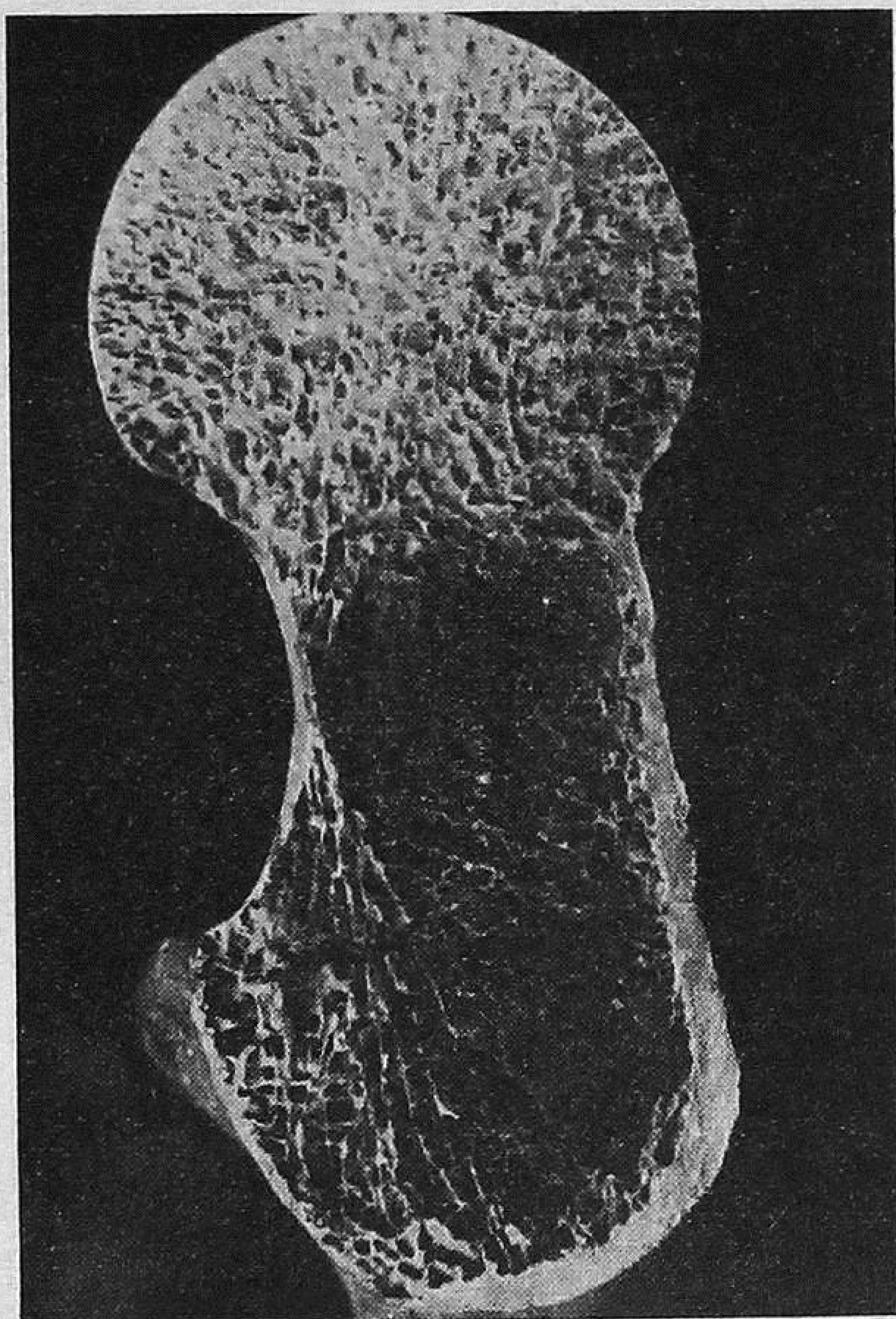


Fig. 11. — Uomo di 65 anni. Sezione dell'epifisi femorale condotta secondo il piano longitudinale passante per l'asse del collo. Si noti la costituzione dello sperone ed il tessuto spugnoso rarefatto situato nella parte centrale del collo. Anche il resto del tessuto spugnoso della testa è più rarefatto rispetto a quello delle teste dei femori degli individui meno avanzati negli anni.

mente sulla compatta diafisaria, ma, vi si appoggia per mezzo di trabecole più o meno spesse, talvolta paragonabili a pilastri, i quali sono collegati tra di loro da robusti archi.

C). — *Uomo vecchio. Femori senili appartenenti ad individui di oltre 60 anni di età.* — In questi femori il tessuto spugnoso diafisario ha un aspetto caratteristico. Esso è costituito da trabecole lunghe e sottili e perciò appare delicato e rarefatto. Anche gli spazii

del tessuto sono più ampii. Lo sperone di norma è ridotto di proporzioni e di spessore, le lamelle più sottili che ne continuano la direzione e che nei femori dell'uomo adulto costituiscono con esso una unica formazione, sono assottigliate ed in tal modo che si confondono distalmente col circostante tessuto spugnoso (vedi fig. 11).

Nei femori appartenenti ad individui più avanzati negli anni, tra i 70-75 anni, lo sperone si riduce ad una breve e poco spessa lamina ossea la quale si distacca dalla porzione media, convessa, della parete posteriore del collo del femore e si proietta lateralmente nel tessuto spugnoso del corpo del grande trocantere.

Nelle sezioni perpendicolari dell'epifisi condotte attraverso il piccolo trocantere degli individui di questa età si nota che lo sperone è risoluto in lamelle sottili e delicate e talvolta ridotto ad una soltanto la quale, per mezzo di alcune trabecole, prende connessione con la compatta diafisaria. Questa lamella ha aspetto pergamenaceo ed è sostenuta dalle sottili trabecole del tessuto spugnoso circostante (vedi fig. 12 A e B).

D). — *Femori patologici di uomini adulti.* — 1. Artrite deformante. La testa del femore è scomparsa quasi del tutto, essa è sostituita dalla estremità del collo.

Nella sezione longitudinale di questo femore si nota che lo sperone si proietta, come nei femori normali, nel tessuto spugnoso del grande trocantere. Il tessuto spugnoso però è rarefatto e lo è più, specialmente, nella parte media del collo. Dalla porzione anteriore della parete posteriore di questa si dipartono, come di solito, le lamelle che si irradiano verso la testa, le quali in questo caso raggiungono l'estremità del collo soltanto. Il tessuto spugnoso della porzione estrema del collo che ha assunto l'ufficio della testa è relativamente fitto, ma possiede la medesima architettura di quello dell'estremità del collo dei femori normali. Nelle sezioni sagittali passanti attraverso il grande trocantere la disposizione delle trabecole ossee appare normale (vedi fig. 13).

2. Frattura cervico-trocanterica del femore. Nelle sezioni si nota che la frattura ha colpito soltanto la parete posteriore del collo in corrispondenza della base della cresta intertrocanterica posteriore: il collo perciò, flettendo la parete anteriore, si è incuneato in parte nel corpo del grande trocantere. Si nota che la parete posteriore del collo si è ridotta di estensione, ma che da essa, come di norma,

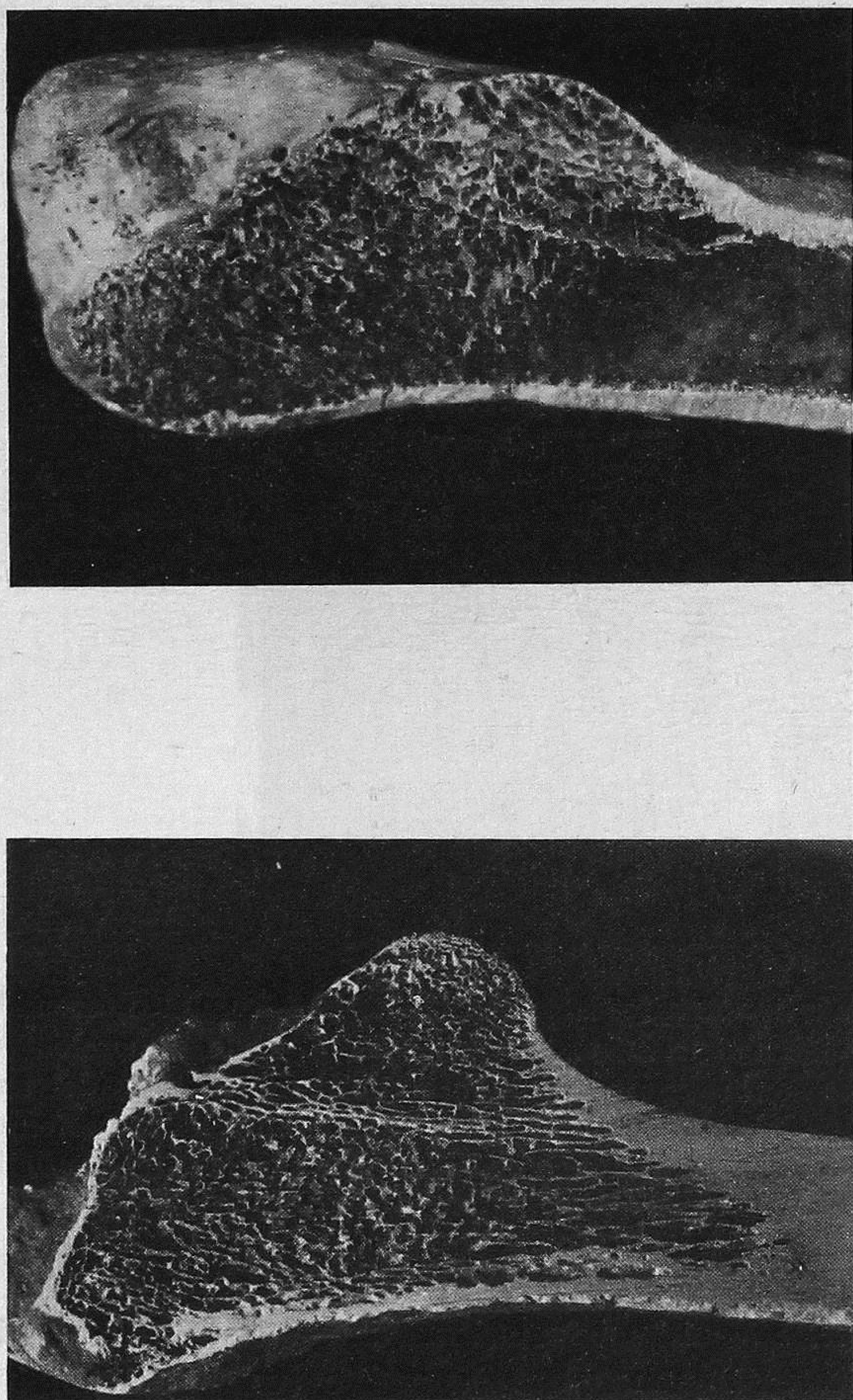


Fig. 12. — Uomo di 70 anni. Sezioni perpendicolari di epifisi femorali condotte attraverso il piccolo trocantere.

A. Si noti la costituzione dello sperone e si confronti con le figure precedenti.

B. Lo sperone è ridotto ad una lamina pergamenacea la quale è sostenuta dalle trabecole del tessuto spugnoso del grande trocantere, prende connessioni con la compatta diafisaria per mezzo di trabecole e limita l'estremità superiore del canale midollare.

si diparte lo sperone, sottile, evidente, costituito da una lamina compatta, la quale si proietta per 10-12 mm. circa nel tessuto spugnoso del corpo del grande trocantere (vedi fig. 14).

Il tessuto spugnoso di quest'ultimo è costituito da trabecole lunghe e sottili le quali limitano maglie ampie ed irregolari; nella



Fig. 13. — Uomo adulto. Artrite deformante. Sezione condotta secondo il piano longitudinale passante per l'asse del collo femorale. Si noti la presenza e la direzione dello sperone, la rarefazione del tessuto spugnoso specialmente nella zona media del collo. La testa femorale manca, il residuo di essa appare situato in corrispondenza della estremità del collo.

parte media del collo, come nei femori normali, questo diviene più raro, ma per una estensione maggiore che non in questi; nell'ambito della testa possiede una evidente architettura costituita da trabecole incrociate.

IV. — OSSERVAZIONI IN ALTRI VERTEBRATI.

A). — *Materiale fetale.* — Nelle epifisi dei femori degli animali osservati, di solito il tessuto spugnoso è più abbondante che non nei medesimi dell'età adulta. Le trabecole vi sono più spesse e più brevi così pure le pareti.

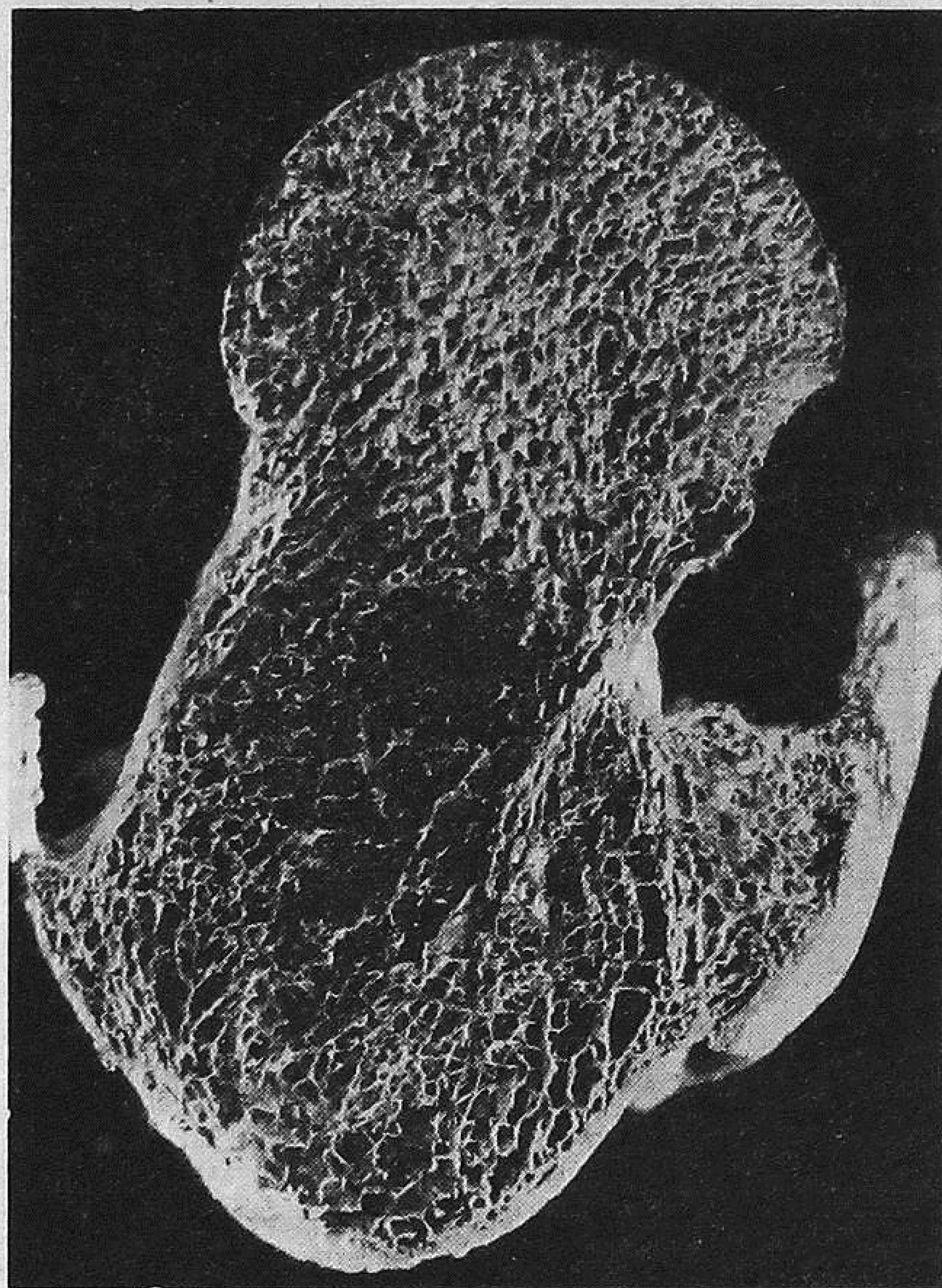


Fig. 14. — Uomo adulto. Frattura cervico-basale del femore. Sezione dell'epifisi femorale condotta secondo il piano longitudinale passante per l'asse del collo. Si noti la presenza dello sperone, la sua direzione, la zona di tessuto spugnoso rarefatto che occupa la parte centrale del collo.

Anche in questo materiale, nei precoci periodi dello sviluppo, una architettura apparente non esiste, questa vi compare in seguito allorquando il femore si avvia verso la forma definitiva. Di norma, nei femori che in seguito saranno forniti di sperone, questo compare come un robusto ispessimento della parete anteriore del collo, il quale, semplice o biforcato, si spinge in seno al tessuto spugnoso del grande trocantere: cosí nel capretto, nel maiale, ecc..

B). — *Femori di animali adulti.* — *a*) Bue. Nel femore del bue lo spessore della parete anteriore del collo prevale su quello della parete posteriore. Il tessuto spugnoso è fitto e costituito da brevi e spesse trabecole in corrispondenza della testa e del trocantere, è più raro nella parte media del collo. Uno sperone non vi esiste

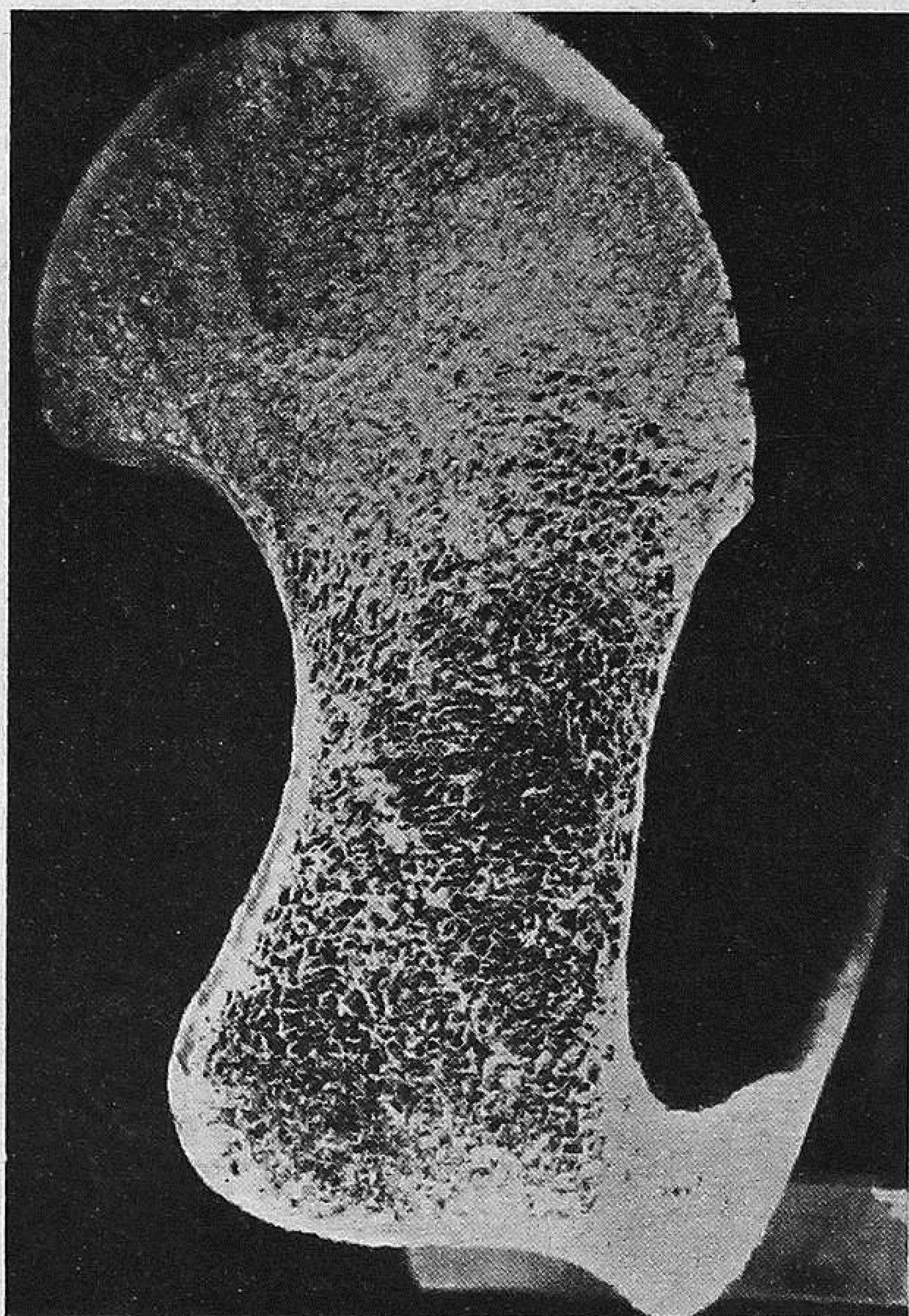


Fig. 15. — Cavallo adulto. Sezione dell'epifisi femorale condotta secondo il piano longitudinale passante per l'asse del collo. Si noti lo spessore della parete anteriore e si confronti con quella della parete posteriore e la zona di tessuto spugnoso più rarefatto che occupa la parte centrale del collo.

come non vi esiste una netta e visibile orientazione delle trabecole del tessuto spugnoso tranne che nella porzione anteriore del collo dove si notano alcuni fasci espansi a ventaglio diretti verso la testa.

b) Cavallo. Nel femore del cavallo la parete più spessa del collo è quella anteriore. Anche in questo animale, come nel precedente, uno sperone non esiste e soltanto nella porzione anteriore del collo esistono numerose lamelle e trabecole le quali, originatesi dalla parete stessa, si irradiano a ventaglio e si portano verso la regione della testa. Le lamelle situate più prossime all'asse del collo si in-

curvano fortemente e si incrociano ad angolo retto con altre simili provenienti dalla porzione anteriore della parete posteriore. Nel grande trocantere il tessuto spugnoso ha un aspetto uniformemente alveolare senza visibile orientazione delle trabecole costitutive (vedi fig. 15).

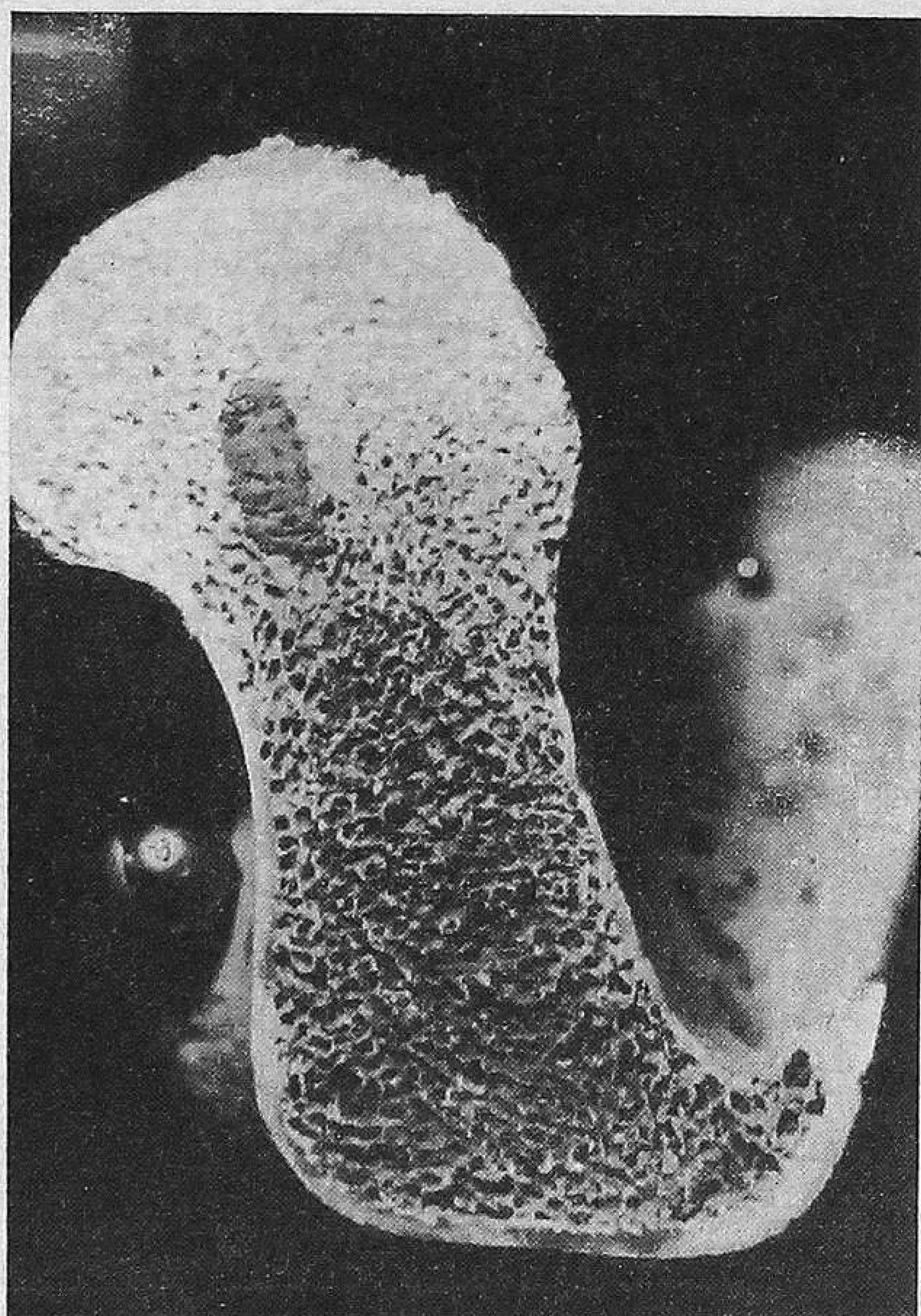


Fig. 16. — Asino adulto. Sezione dell'epifisi femorale condotta secondo il piano longitudinale passante per l'asse del collo. Si noti la mancanza dello sperone e la distribuzione del tessuto spugnoso nel grande trocantere e nel collo ; la parete anteriore di questo è più spessa della parete posteriore.

c) Asino. Costituzione simile a quella descritta precedentemente ha l'estremità prossimale del femore dell'asino. Anche in questo animale una zona più rarefatta di tessuto spugnoso occupa la parte centrale del collo (vedi fig. 16).

d) Capra. Nella capra è notevolmente spessa la parete anteriore del grande trocantere. Dalla faccia interna di questa si sollevano creste e gettoni che danno origine ad un gran numero di trabecole le quali, senza ordinamento apparente, si anastomizzano con altre

provenienti dalla porzione della parete del collo che limita la fossa trocanterica. Similmente che nei femori degli animali precedentemente studiati dalla porzione anteriore della parete anteriore del collo si dipartono numerose trabecole che si irradiano a ventaglio nell'ambito della testa. Nei femori di questo animale la cavità diafisaria si spinge sino al collo.

e) Cane. L'architettura interna dell'estremità prossimale del femore è, in qualche modo, paragonabile a quella posseduta dalla

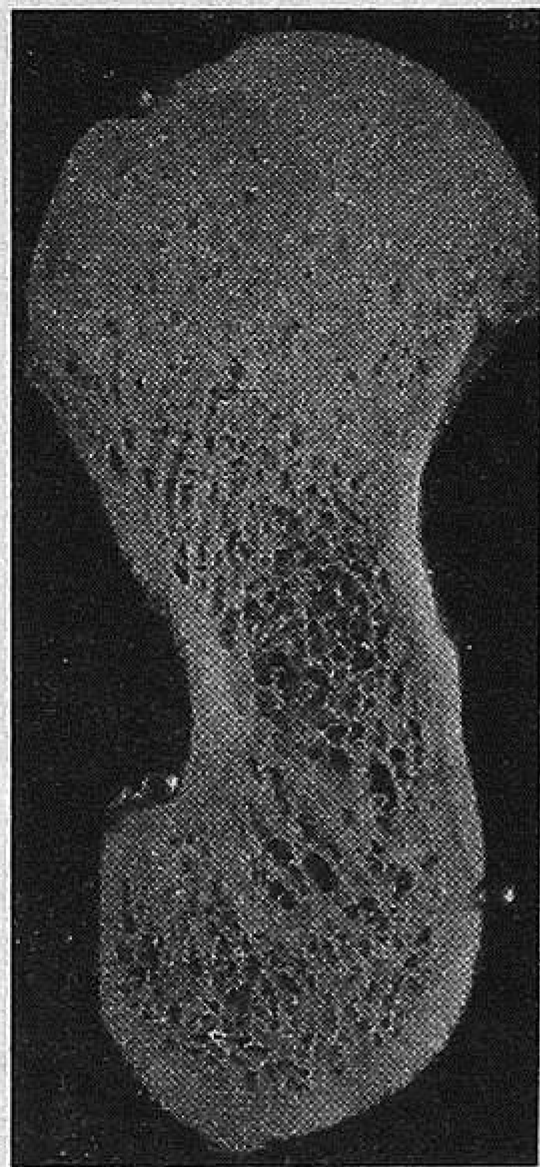


Fig. 17. — Cane mastino adulto. Sezione dell'epifisi femorale condotta secondo il piano longitudinale che passa per l'asse del collo. Si noti la costituzione dello sperone che si proietta con più lamine in seno al tessuto spugnoso del grande trocantere, le lamelle che si dirigono verso la testa, la zona di tessuto rarefatto che occupa la parte centrale del collo.

estremità prossimale del femore dell'uomo. Vi esiste infatti una formazione ossea costituita da una robusta lamina la quale si diparte dalla porzione laterale della parete posteriore ispessita del collo femorale. Questa lamina, dopo breve tratto (6 mm. circa), si divide in lamine secondarie le quali si spingono in seno al tessuto spugnoso che colma il corpo del grande trocantere. Similmente che nel femore dell'uomo dalla porzione anteriore della parete posteriore ispessita del collo, si dipartono numerose trabecole curvilinee con concavità rivolta verso l'asse del collo che si irradiano a ventaglio nell'ambito della testa femorale (vedi fig. 17).

Esiste anche in questo animale una zona rarefatta di tessuto spugnoso situata nella parte centrale del collo.

f) Macaco. Nel femore del macaco la parete anteriore del collo è alquanto più spessa della parete posteriore. Questa si assottiglia sensibilmente procedendo verso la testa e manda in seno al tessuto spugnoso lamelle relativamente robuste che si spingono sia in senso mediale che in senso laterale. Le lamelle che si spingono verso la testa sono rettilinee e divergenti, quelle che si spingono lateralmente traggono origine da un breve ispessimento della parete stessa, sol-

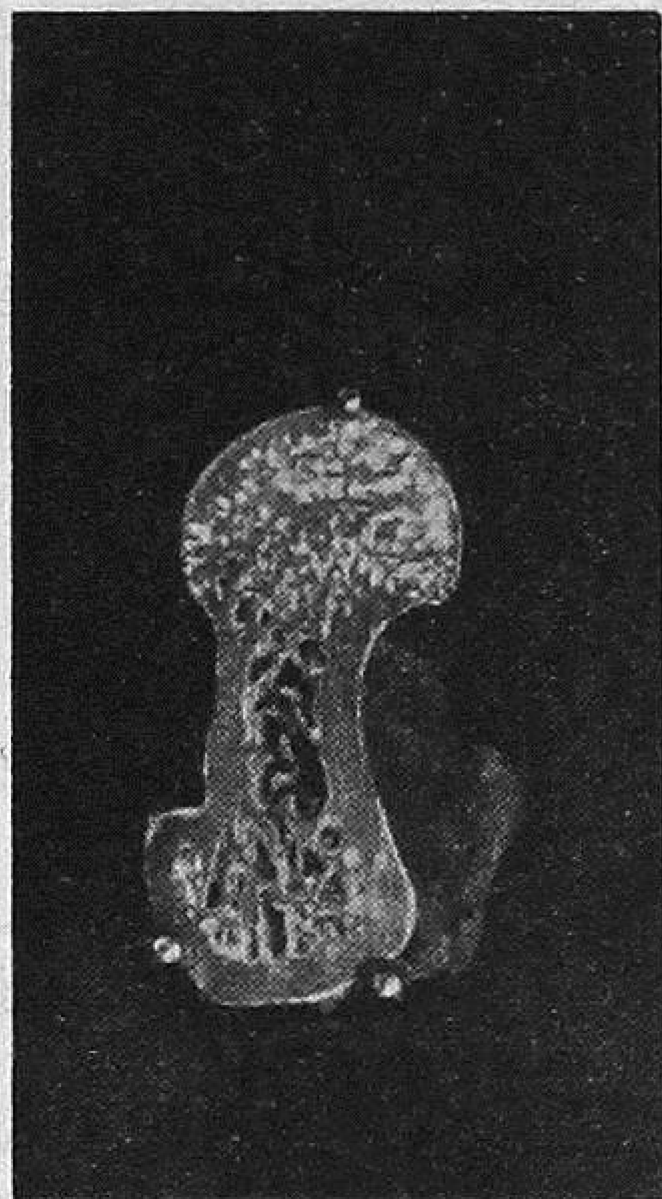


Fig. 18. — Macaco adulto. Sezione dell'epifisi femorale condotta secondo il piano longitudinale passante per l'asse del collo. Si noti lo spessore della parete anteriore del collo che prevale su quello della parete posteriore. Si noti inoltre in questa la presenza di uno sperone costituito da più lamelle che si spingono in seno al grande trocantere. Le trabecole del tessuto spugnoso circoscrivono, nella parte media del collo, un ampio spazio.

levato come una cresta, paragonabile, almeno nelle imagini offerte dalle sezioni, allo sperone del femore dell'uomo. In generale poi, il tessuto spugnoso di questi femori è costituito da trabecole robuste le quali circoscrivono spazii relativamente ampii. Nella parte centrale del collo vi esiste uno spazio irregolare più ampio (vedi fig. 18).

g) Gatto. Nel femore del gatto le pareti del collo sono egualmente spesse. Il tessuto spugnoso è costituito da trabecole sottili e relativamente lunghe che circoscrivono ampie maglie, uno sperone non vi esiste (vedi fig. 19).

h) Faina. Nel femore della faina le pareti del collo hanno eguale spessore, ma uno sperone vero e proprio non vi esiste, soltanto vi si

nota che dalla porzione anteriore della parete posteriore del collo si diparte un fascio di lamelle ben evidenti, perchè relativamente spesse, le quali si irradiano nel tessuto spugnoso della testa. Lamelle simili le quali si portano verso la base del grande trocantere si originano inoltre dalla porzione posteriore della stessa parete (vedi fig. 20).

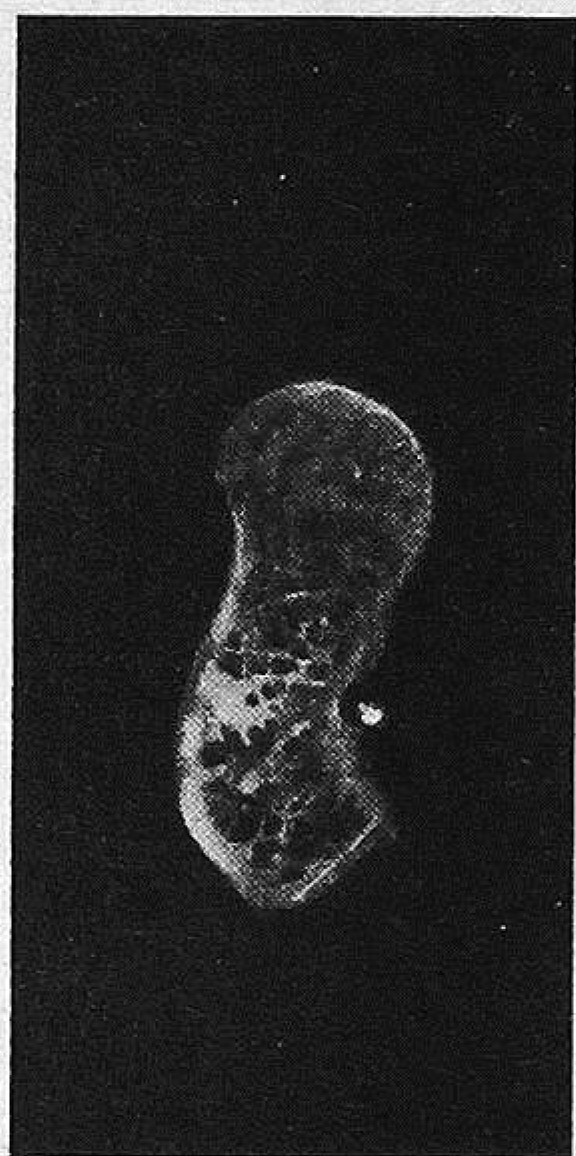


Fig. 19. — Gatto domestico adulto. Sezione dell'epifisi femorale condotta secondo il piano longitudinale passante per l'asse del collo. Si noti la disposizione del tessuto spugnoso e la mancanza dello sperone.

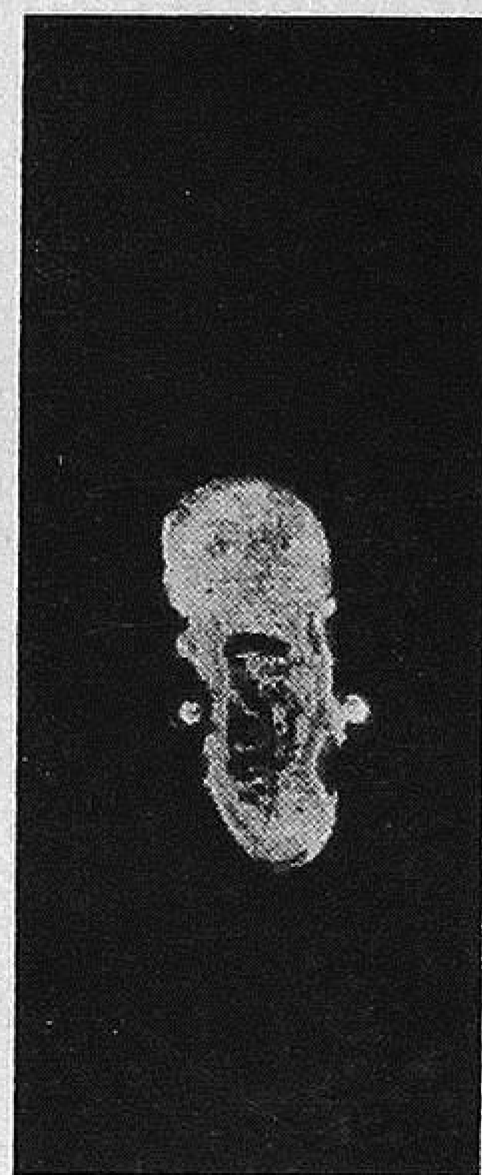


Fig. 20. — Faina adulta. Sezione dell'epifisi femorale condotta secondo il piano longitudinale passante per l'asse del collo. Si noti l'ampio spazio che si estende dal collo al grande trocantere. Il tessuto spugnoso è raro e delicato.

Queste ultime lamelle limitano uno spazio, relativamente ampio, colmato da midollo.

i) Coniglio. Nel femore del coniglio la parete anteriore del collo è più spessa della posteriore, dalle due pareti del collo però si dipartono trabecole che si dirigono in parte verso la testa, in parte verso il grande trocantere; queste trabecole si incrociano ripetutamente e circoscrivono uno spazio centrale privo quasi del tutto di tessuto spugnoso.

l) Osservazioni negli uccelli. In generale nella epifisi prossimale del femore degli uccelli uno sperone non si ritrova. In questi vertebrati il tessuto spugnoso epifisario risulta costituito da trabecole relativamente spesse e grossolane le quali limitano maglie allungate ed irregolari (vedi fig. 21). La cavità diafisaria di norma si spinge

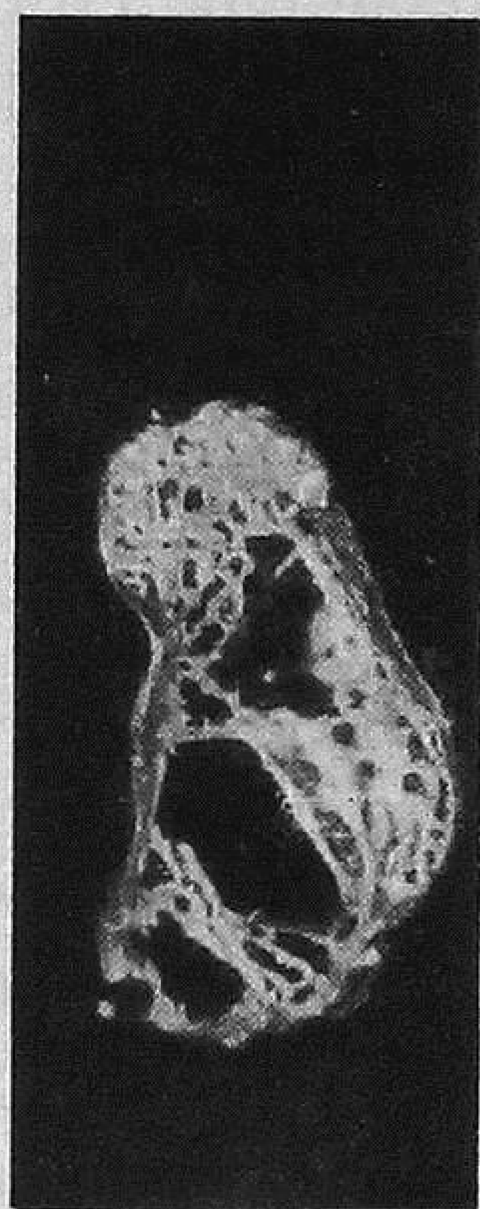


Fig. 21. — Aquila adulta. Sezione dell'epifisi femorale condotta secondo il piano longitudinale passante per l'asse del collo. Si noti la disposizione del tessuto spugnoso e le trabecole della testa che si originano dalla porzione mediale della parete anteriore del collo, il tessuto spugnoso che si impianta sulla parete posteriore, le trabecole situate lateralmente che connettono le pareti stesse.

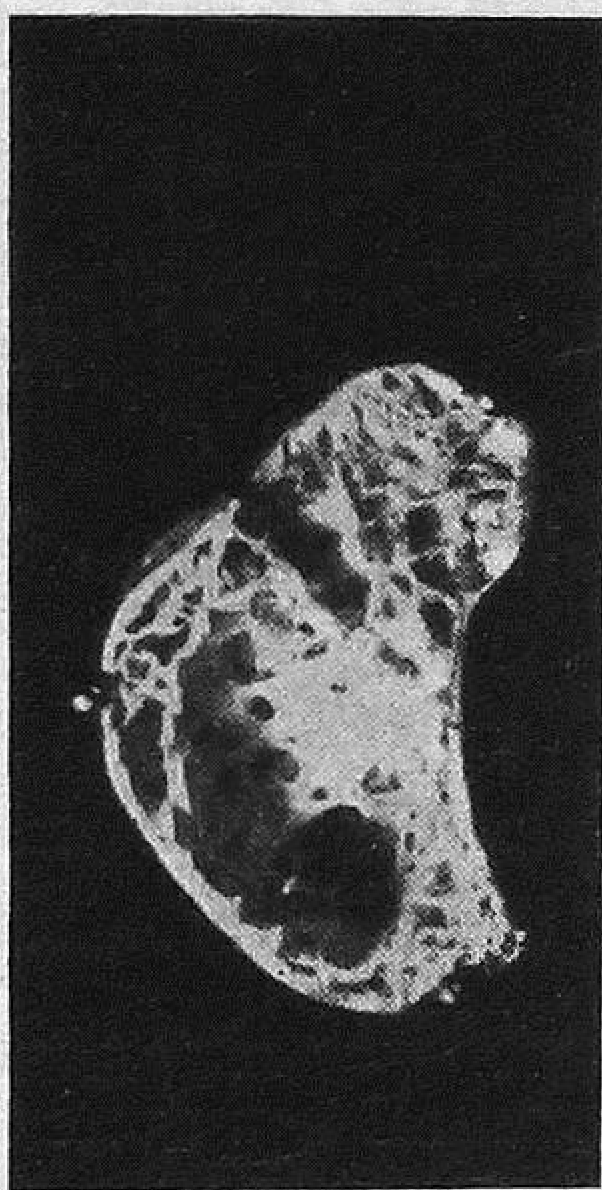


Fig. 22. — Avvoltoio adulto. Sezione dell'epifisi femorale condotta secondo il piano longitudinale passante per l'asse del collo. Si noti la distribuzione del tessuto spugnoso e la lamina, diretta in senso orizzontale, che, impiantata nella parete anteriore del collo, si proietta e raggiunge la parete posteriore. Questa lamina divide incompletamente la cavità diafisaria dalla cavità epifisaria.

sino al collo limitata in qualche modo da trabecole e lamelle radiali le quali sono dirette in senso trasversale. La cavità del collo alla sua volta è limitata distalmente ed al disotto dell' impanto della testa da trabecole arcuate. Traggono origine queste dalle pareti del collo, si portano irradiandosi nell'ambito della testa, mentre altre si spingono lateralmente nella porzione anteriore e laterale del trocantere. Spesso queste ultime costituiscono una robusta lamina diretta in senso perpendicolare la quale chiude il fondo di una cavità vascolare, più o meno ampia a seconda degli animali, che è scavata nella porzione più alta del femore al limite tra la diafisi e la faccia anteriore del trocantere. Nelle trabecole che si dirigono verso la testa alcune, situate lateralmente, si dirigono più direttamente in senso antero-posteriore verso la parete opposta, limitando incompletamente la cavità del collo dalla cavità trocanterica (vedi fig. 22).

V. — Riassunto.

Da quanto ho esposto risulta dunque che lo sperone o lamina femoralis interna, esiste costantemente nel femore dell'uomo ed una formazione ossea paragonabile ad essa esiste anche nel femore di alcuni altri vertebrati. Nell'uomo esso si rende manifesto in contesto del tessuto spugnoso dell'epifisi prossimale del femore tra il 4° ed il 5° anno della vita, prima cioè che l'epifisi abbia acquistata le caratteristiche dell'assetto definitivo. Esso si rende manifesto nel tessuto spugnoso dell'epifisi sino allora privo di una visibile architettura e si espande ed armonizza con le trabecole del tessuto spugnoso a mano a mano che questo assume, dal 5° al 10° anno della vita, una propria e caratteristica architettura.

Lo sperone è più nettamente limitato, e perciò meglio visibile, nelle sezioni dei femori normali appartenenti ad individui robusti; lo è meno nei femori femminili e nei femori senili nei quali il tessuto spugnoso in generale è più raro e più delicato perchè costituito da lamelle e da trabecole più sottili.

In ogni caso però, sia nel femore dell'uomo, sia nel femore di quelli animali dove lo sperone esiste, esso è accompagnato costantemente : *a*) da un sistema di delicate lamelle che si originano dalla porzione anteriore della parete posteriore del collo (8-10 mm. prima

che questo si continui con la testa) che si espandono a ventaglio nell'ambito della testa; *b*) da una zona di tessuto molto raro e delicato che non mostra un ordinamento delle sue trabecole, situato al disotto del fascio arciforme che rinforza, a modo di arco, la parete superiore del collo femorale.

Questa zona rarefatta di tessuto spugnoso, la cui estensione appare in evidente rapporto diretto con l'età, si rende manifesta assai precocemente, insieme con lo sperone, ma diviene meglio evidente nei femori degli individui che hanno oltrepassato il 15° anno della vita. Essa è manifesta nelle sezioni frontali dell'epifisi femorale e, nelle radiografie, si rende visibile sotto forma di uno spazio triangolare. A questo apparente spazio triangolare Ward '38 diede il nome di « Dreieck ». Questo risulta limitato lateralmente dal fascio trabecolare che, nelle stesse radiografie, si diparte dalla parete mediale della estremità della compatta diafisaria e si porta verso il grande trocantere (fascio trocanterico di alcuni AA.) e medialmente dal fascio che trae origine dalla porzione anteriore della parete inferiore del collo e si irradia nell'ambito della testa femorale (fascio femorale o della testa di alcuni AA.). Lo spazio triangolare nelle radiografie appare più o meno ampio a seconda dell'età del soggetto ed in rapporto alla perfezione del radiogramma che mette in evidenza più o meno dettagliatamente l'intima architettura del tessuto spugnoso.

Le radiazioni ossee lamellari e trabecolari che si distaccano dalla porzione anteriore della parete posteriore e si portano con decorso opposto a quello dello sperone verso la testa, possono essere indicate col nome di antisperonali per la loro topografia, esistono nei femori di tutti gli animali osservati, e si costituiscono contemporaneamente allo sperone: esse normalmente si attenuano e si riducono durante la senilità con lo sperone stesso. Queste lamelle, secondo me, costituiscono insieme con lo sperone un unico sistema il quale, diretto dalla testa al grande trocantere, rappresenta un valido rinforzo della parete posteriore del collo femorale.

Nei femori degli altri vertebrati studiati, ho rilevato che di solito il tessuto spugnoso epifisario possiede una architettura visibile in quei femori il cui collo possiede un certo sviluppo ed in cui la testa è nettamente limitata rispetto al collo, ma non la possiede in quei femori nei quali il collo è brevissimo, conico, robusto e la cui faccia superiore, ricoperta di cartilagine in continuità con quella

della testa, si articola con la cavità acetabolare. Questa particolarità venne rilevata anche da Walkhoff.

Nei quadrupedi uno sperone accompagnato da irradiazioni ossee lamellari e trabecolari dirette verso la testa, esiste in quei femori i quali posseggono un collo ben sviluppato e, per la forma dei trocanteri e per le inserzioni muscolari, sono simili al femore dell'uomo.

Nei femori degli uccelli, nei quali il tessuto spugnoso epifisario è assai ridotto e costituito da trabecole relativamente grossolane dirette da una parete all'altra dell'astuccio epifisario, esistono trabecole ossee le quali si distaccano dalle pareti e si dirigono verso la testa e verso i trocanteri : alcuni di queste, per la loro direzione, potrebbero essere ricondotte allo sperone del femore umano. Esse infatti si incrociano nell'asse del collo con le radiazioni che provengono dalla parete opposta e le più centrali, che sono le più sottili, delimitano uno spazio più o meno ampio a seconda degli animali, il quale è in diretta continuità con la cavità diafisaria e corrisponde alla zona rarefatta di tessuto spugnoso situata nella parte centrale del collo del femore dell'uomo, cioè al triangolo di Ward o *trigonum internum femoris* di Krause.

Dalle mie osservazioni emerge dunque il fatto incontestabile che il così detto sperone esiste nei femori forniti di lungo collo, che contemporaneamente ad esso esistono le radiazioni della testa, che esso si spinge sino alla parete laterale del grande trocantere dove prende solido impianto, che le sue lamelle non traggono origine direttamente dalla estremità della compatta diafisaria.

VI. — Considerazioni sul significato meccanico dello sperone.

I risultati delle mie osservazioni eseguite sul femore dell' uomo, come quelle eseguite sul femore di altri vertebrati, ci possono permettere di considerare lo sperone, indipendentemente dal tessuto spugnoso che lo circonda, come una mensola ossea, di forma triangolare, incastrata nella impalcatura ossea della epifisi femorale. Questa mensola fa corpo con la parete posteriore del collo, e, saldamente legata come è a questa parete, alla parete laterale del grande trocantere e sostenuta dalla impalcatura ossea circostante,

partecipa senza dubbio, a sostenere una parte del peso del corpo che grava sulla testa femorale.

Considerato dal punto di vista della sua funzione, lo sperone-mensola durante il carico, viene sollecitato dall'alto in basso e, secondo le leggi della statica, comportandosi come un sistema rigido vincolato, si oppone alla forza che tende a far flettere il collo del femore.

In condizioni normali impalcatura ossea spugnosa e sperone assicurano al collo del femore la sua normale resistenza e ciò non soltanto durante la stazione eretta in cui il peso del corpo grava dall'alto in basso e si mantiene costante, ma anche durante la marcia, durante la corsa, durante il salto, allorquando la direzione della forza si sposta e ad essa si aggiunge l'inerzia prodotta dalle oscillazioni che il corpo subisce per effetto dello spostamento dei suoi punti di appoggio.

Nella senescenza allor che l'architettura della epifisi femorale si modifica sia per la rarefazione del tessuto spugnoso, sia per la riduzione della estensione e dello spessore dello sperone, che può procedere sino alla scomparsa, sia per l'assottigliamento delle pareti stesse del collo si determina lentamente una riduzione della resistenza del collo del femore che spiega facilmente la frequenza delle fratture dell'età senile e l'ubicazione ed il meccanismo delle medesime.

Le fratture del collo, secondo risulta dalle ricerche di P. Delbet, caratteristiche dell'età adulta sono quelle della zona media del collo, caratteristiche della senilità sono invece quelle che ne colpiscono la base (fratture cervicali vere le prime, fratture cervico-trocanteriche o baso-cervicali le seconde) ; esse si determinano : le prime nella zona del collo che comprende la zona rarefatta, il triangolo di Ward, le seconde nel punto in cui il collo del femore si attacca al trocantere ed alla diafisi, cioè in quella zona che ha subìto durante il corso della senescenza più abbondantemente la riduzione degli elementi statici (sperone e fasci trabecolari), zona che è divenuta perciò il punto debole del collo femorale.

Le lesioni del collo femorale e le modalità con le quali esse si esplicano stanno in diretto rapporto con le condizioni del tessuto spugnoso che costituisce l'impalcatura ossea interna della epifisi prossimale del femore. Le lesioni dell'età senile, perchè in particolar modo si esplicano in intimo rapporto con le modificazioni

che l'impalcatura ossea subisce durante il corso della vita, rappresentano la prova della diminuzione della resistenza della epifisi stessa e dimostrano, oltre che l'importanza statica del tessuto spugnoso in generale, l'importanza dello sperone il quale, nella impalcatura ossea epifisaria rappresenta un elemento statico fondamentale.

INDICAZIONI BIBLIOGRAFICHE.

Albert E.: Ueber die Architektur der Knochenspongiosa. Wien. klin. Wochenschr., 1899. — **Id.**: Einführung in das Studium der Architektur der Röhrenknochen. Sitzungsber. des internat. med. Kongr. zu Paris, 1900. — **Id.**: Die Architektur des erwachsenen menschlichen Femur. Bull. de l'Acad. des Scienc., Prag, 1900. — **Bähr F.**: Der Oberschenkelknochen als statisches Problem. Zeitschr. f. Orthopäd. Chir., 10, 1903. — **Bigelow**: Boston med. and surg. Journ. 1875. — **Charpy A.**: Le col du fémur. Bull. de la Soc. d'Anthrop. de Lyon. 1884, et Rev. des Sciences médic., 1885. — **Id.**: Etudes d'Anatomie appliquée. 1892. — **Delbet P.**: (vedi **Basset**, Annales de Chirurgie Chirurgicale e **Beguin**, **Papin** ecc. Precis de pathologie chirurgicale, Masson, Paris, 1928. — **Dixon F.**: The architecture of the cancellous tissue forming the upper end of the femur. Journ. of Anat. and Physiol 44, 1910. — **Gallois E.** et **Bosquette J.**: Etude sur l'architecture intérieure des os et en particulier de l'extremité supérieure du fémur, son rôle dans le remaniement du squelette (fractures et déformations). Rev. de Chirurgie, 1908. — **Ghillini C.** e **Canevazzi S.**: Ueber die statischen Verhaltnisse des Oberschenkelknochens. Zeitschr. f. Orthopäd. Chir., 10, 1903. — **Id. id.**: Sulle condizioni statiche del femore. Policlinico, 9, 1902 (pag. 47 e 483). — **Krause W.**: Skelet der oberen und unteren extremität. In Handbuch der Anatomie des Menschen heraus. von K. v. Bardeleben. G. Fischer, Jena, 1909. — **Lardy**: Ueber die Anatomie der Femurepiphyse. Korrespondenzbl. f. Schweizer Aerzte, 1889. — **Leblanc E.**: Note sur l'architecture du tissu spongeux de la partie supérieure du fémur chez l'homme. Bull. et Mem. Soc. d'Anthrop. Paris, T. 3, S. 7, 1923. — **Malgaigne J. F.**: Traité d'Anatomie chirurgicale et de chirurgie expérimentale. Paris, 1837. — **Id.**: Traité des fractures. Paris, 1847. — **Meyer H. v.**: Die Architektur der Spongiosa. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1867. — **Id.**: Zur genaueren Kenntnis der Substantia spongiosa der Knochen. Festchr. f. Bischoff., 1882. — **Merkel F.**: Der Schenkelsporn. Med. Centralbl., n. 27, 1873. — **Id.**: Bemerkungen über das Os femoris. Arch. f. Pathol. Anat. LIX, 1874. — **Id.**: Trattato di Anatomia topografica. (Trad. G. Sperino), 1907, 1909. — **Poirier P.**: Ostéologie, nel Tomo I del Traité d'Anatomie humaine di **Poirier** et **Charpy**. Masson et C. Paris, 1889. — **Rodet**: Des moyens propres à distinguer les différentes espèces de fracture du col du fémur. Thése de Paris, 1844. — **Solger B.**: Zur Kenntnis des Schenkelsporns und des Wardschen Dreie-

ckes. Anat. Hefte, Bd. 15, H. 2, 1900. — **Tillaux P.**: Traité d'Anatomie topografique avec applications à la chirurgie. Asselin et C. Paris, 1882. — **Walkhoff O.**: Die Architektur des menschlichen Beckens im Leichte der Entwichelungsmekanik. Sitzungsber. d. Physik.-med. Ges. in Würzburg, n. 1, 1904. — **Id.**: Das Femur des Menschen und der Anthropomorphen in seiner funktionellen Gestaltung Korrespondenzbl. d. Deutschen Ges. f. Anthropologie. Jahrg. 35, n. 9, 1904. — **Id.**: Das Femur des Menschen und der Anthropomorphen in seiner funktionellen Gestaltung. Studien über die Entwichelungsgeschichte des Primatenskelettes mit besonderer Berücksichtigung der Anthropologie und Descendenzlehre. Lief. I, XIII, 1906. — **Ward F. O.**: Outlines of human Osteology. London, 1838. — **Wolff J.**: Ueber die innere Architektur der Knochen. Arch. f. pathol. Anat. Bd. 50, 1870. — **Id.**: Das Gesetz der Transformation der Knochen. Berlin, XIII, 1892. — **Id.**: Die normale und pathologische Architektur der Knochen. Arch. f. Anat. u. Physiol. Physiol. Abt. Suppl. Bd., 1901. **Wyman,** Boston Journ. of Nat. History, Vol. VI, 1850.
